



TESIS - RC142501

**ANALISIS PREDIKSI KONDISI PERKERASAN JALAN  
MENGUNAKAN PENDEKATAN HDM-4 UNTUK  
PENANGANAN JALAN (STUDI KASUS : RUAS JALAN  
NASIONAL BTS. KOTA GRESIK-SADANG)**

ANDI GUMONGGOM HUTAURUK  
3112207801

DOSEN PEMBIMBING :  
Ir. I Putu Artama Wiguna, MT, Ph.D  
Ir. Soemino, MMT

PROGRAM MAGISTER  
BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN ASET INFRASTRUKTUR  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2015



THESIS - RC142501

**PREDICTION OF ROAD PAVEMENT CONDITION  
ANALYSIS USING HDM-4 APPROACH FOR ROAD  
REHABILITATION (CASE STUDY: NATIONAL ROAD  
BTS. KOTA GRESIK-SADANG)**

ANDI GUMONGGOM HUTAURUK  
3112207801

SUPERVISORS :  
Ir. I Putu Artama Wiguna, MT, Ph.D  
Ir. Soemino, MMT

MAGISTER PROGRAMME  
INFRASTRUCTURE ASSET MANAGEMENT SPECIALTY  
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING  
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING AND PLANNING  
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY  
SURABAYA  
2015

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Magister Teknik (M.T.)

Di  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Oleh :

**ANDI GUMONGGOM HUTAURUK**  
NRP. 3112207801

Tanggal Ujian : 09 Januari 2015  
Periode Wisuda : Maret 2015

Disetujui oleh:



1. Ir. I Putu Artama Wiguna, M.T, Ph.D.  
NIP. 19691125 199903 1 001

(Pembimbing 1)



2. Ir. Soemino, M.MT.  
NIP. -

(Pembimbing 2)



3. Dr. Ir. Ria A.A. Soemitro, M.Eng.  
NIP. 19560119 198601 2 001

(Penguji)



4. Ir. Ervina Ahyudanari, ME, Ph.D.  
NIP. 19690224 199512 2 001

(Penguji)

Direktur Program Pascasarjana,



Prof. Dr. Ir. Adi Soeprijanto, M.T.  
NIP. 19640405 199002 1 001



# ANALISIS PREDIKSI KONDISI PERKERASAN JALAN MENGUNAKAN PENDEKATAN HDM-4 UNTUK PENANGANAN JALAN (STUDI KASUS : RUAS JALAN NASIONAL BTS. KOTA GRESIK-SADANG)

Nama Mahasiswa : Andi Gumonggom Hutaaruk  
NRP : 3112207801  
Dosen Pembimbing : Ir. I Putu Artama Wiguna, MT, PhD  
Ir. Soemino, MMT

## ABSTRAK

Kondisi perkerasan jalan akan mengalami penurunan tingkat pelayanan seiring dengan berjalannya waktu. Menurunnya tingkat pelayanan jalan ditandai dengan timbulnya kerusakan pada struktur lapisan perkerasan jalan dan apabila dibiarkan dalam jangka waktu yang lama maka akan dapat memperburuk kondisi lapisan perkerasan sehingga dapat mempengaruhi keamanan, kenyamanan, dan kelancaran dalam berlalu lintas. Untuk mempertahankan kondisi jalan perlu dilakukan program pemeliharaan dan rehabilitasi jalan. Namun program pemeliharaan dan rehabilitasi kerusakan jalan selama ini belum efektif terutama dari segi penentuan waktu dan biaya program penanganan jalan karena belum memperkirakan kinerja kondisi perkerasan jalan dimasa yang akan datang, sehingga diperlukan analisa mengenai kinerja jalan tersebut.

Tujuan penelitian ini adalah menganalisa pengaruh beban lalu lintas, struktur perkerasan dan CBR terhadap nilai IRI jalan dan memperkirakan kondisi perkerasan jalan pada 10 tahun mendatang. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah beban lalu lintas, CBR, curah hujan dan struktur perkerasan jalan. Analisa dilakukan dengan menggunakan pendekatan metode *Highway Development and Management 4* (HDM-4) untuk memprediksi kondisi jalan. Pengumpulan data dilakukan dengan survei kerusakan jalan dengan metode *Road Condition Index* (RCI) dan *International Roughness Index* (IRI) sebagai data awal. Penelitian ini akan diterapkan pada data yang dikumpulkan dari jaringan jalan nasional di provinsi Jawa Timur, khususnya ruas jalan nasional Bts. Kota Gresik – Sadang. Untuk mempermudah analisa, ruas jalan dibagi kedalam 10 segmen dengan panjang tiap segmen 1 km mulai dari Km 44 s/d Km 53.

Hasil analisa data menunjukkan bahwa peningkatan beban lalu lintas sebesar 31% akan menghasilkan peningkatan nilai IRI sebesar 0,061 m/km per tahunnya, perbedaan nilai *structural number* sebesar 11,32 % menghasilkan kenaikan IRI sebesar 0,034 m/km per tahunnya, sedangkan perbedaan CBR sebesar 38 % menghasilkan kenaikan nilai IRI sebesar 0,017 m/km pertahunnya. Hasil prediksi kondisi perkerasan jalan pada segmen Km 44, 52 dan 53 adalah kondisi jalan rusak ringan, untuk segmen Km 45, 46, 47, 48, 49, 50 dan 51 kondisi jalan sedang dengan rata-rata prosentase penyimpangan (error) kurang dari 5%.

**Kata kunci:** Kondisi perkerasan jalan, RCI, HDM-4, IRI, ruas jalan nasional Bts. Kota Gresik – Sadang



**PREDICTION OF ROAD PAVEMENT CONDITION ANALYSIS USING  
HDM-4 APPROACH FOR ROAD REHABILITATION  
(CASE STUDY: NATIONAL ROAD Bts. KOTA GRESIK - SADANG)**

By : Andi Gumonggom Hutaaruk  
Student Identity Number : 3112207801  
Supervisor : Ir. I Putu Artama Wiguna, M.T, Ph.D  
Co-Supervisor : Ir. Soemino, M.MT

**ABSTRACT**

Pavement conditions will decrease the level of service over time. The reduced level of service is characterized by the occurrence of damage to the structure of the road pavement layers and if left in a long period of time then it can worsen the condition of the pavement layers that can affect the safety, comfort, and fluency in traffic. To maintain the condition of the road is necessary road maintenance and rehabilitation programs. However, maintenance and rehabilitation program of road damage has not been effective, especially in terms of timing and cost management program because it has not predict performance road pavement conditions in the future, so it requires an analysis of the performance of the road. The purpose of this study was to analyze the influence of the traffic load, pavement structure and CBR to estimate the value of IRI road and pavement conditions in the next 10 years. The data used in this study are the traffic load, CBR, rainfall and road pavement structure. Analyzes were performed using the approach method Highway Development and Management 4 (HDM-4) to predict the condition of the road.

Data collected by surveying the damage with the method Road Condition Index (RCI) and the International Roughness Index (IRI) as initial data. This research will be applied to the data collected from the national road network in the province of East Java, in particular the national road Bts. Gresik - Sadang. To simplify the analysis, the road is divided into 10 segments with each segment length of 1 km from the Km 44 up to Km 53.

The results of the data analysis showed that the increase in traffic load by 31% would result in an increase in the value of IRI of 0,061 m / km per year, number of structural differences in the value of 11,32% yield increase in IRI of 0,034 m / km per year, while the difference in CBR of 38 % yield increase in IRI value of 0,017 m / km per year. The results predicted pavement conditions on the segment Km 44, 52 and 53 are poor, for segments Km 45, 46, 47, 48, 49, 50 and 51 are comparatively good were the average percentage deviation (error) is less than 5 %.

**Keywords:** road pavement condition, RCI, HDM-4, IRI, the national road Bts. Kota Gresik – Sadang



## KATA PENGANTAR

Terimakasih penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas kasih karunia yang diberikan sehingga Tesis ini dapat diselesaikan dengan baik. Penyusunan Tesis ini merupakan salah syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik (M.T.) di ITS Surabaya pada program studi Pascasarjana Teknik Sipil. Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada pihak-pihak yang telah membantu selama pengerjaan Tesis ini :

1. Bapak Ir. I Putu Artama Wiguna, M.T, Ph.D dan Bapak Ir. Soemino, M.MT sebagai dosen pembimbing, terimakasih atas waktu, nasehat dan masukan yang sangat berharga yang diberikan selama bimbingan dan konsultasi.
2. Ibu Dr. Ir. Ria A.A Soemitro, M.Eng dan Ibu Ir. Ervina Ahyudanari, ME, Ph.D sebagai dosen penguji, terimakasih atas saran, masukan yang sangat berharga untuk perbaikan dan kesempurnaan Tesis ini.
3. Kementerian Pekerjaan Umum selaku instansi yang memberikan kesempatan untuk tugas belajar di ITS
4. Seluruh dosen pengajar dan staf S2 Progam Pascasarjana Teknik Sipil ITS
5. Seluruh keluarga besar Hutaauruk dan Sibarani, khususnya buat istri terkasih Imelda br Sibarani dan Adrian Rinus M Hutaauruk, atas doa, semangat dan semua pengorbanan yang diberikan tak terbatas.
6. Bapak Ir. Lewis R. Manurung, M.Eng.Sc selaku Kabid PSP3 BBPJN-I Medan
7. Seluruh staf BBPJN-I Medan, khususnya staf Bidang PSP3
8. Bapak Freddy A.M Siburian dan keluarga, terimakasih banyak atas bantuannya
9. Seluruh teman satu angkatan 2013, semoga kebersamaan ini tetap berlanjut diwaktu berikutnya.

Penulis menyadari bahwa Tesis ini masih jauh dari sempurna, karena itu penulis sangat mengharapkan masukan untuk penyempurnaan. Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih, Tuhan beserta kita.

Surabaya, Januari 2015

Penulis



## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
LEMBAR PENGESAHAN TESIS.....	i
KATA PENGANTAR .....	ii
ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR ISTILAH .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>7</b>
2.1 Pengertian Jalan.....	7
2.2 Bagian-Bagian Jalan.....	7
2.3 Kondisi dan Tingkat Pelayanan Jalan .....	8
2.4 Jenis Perkerasan Jalan dan Penurunan Kondisi Jalan .....	10
2.4.1 Jenis Perkerasan Jalan.....	10
2.4.2 Penurunan Kondisi Jalan .....	11
2.5 Manajemen Preservasi Jalan .....	14
2.6 Kinerja Perkerasan Jalan .....	17
2.6.1 <i>Present Serviceability Index</i> .....	17
2.6.2 <i>International Roughness Index (IRI) dan Road Condition Index (RCI)</i> 19	
2.7 Perencanaan Tebal Perkerasan Dengan Metode AASHTO 1993 .....	21
2.7.1 <i>Structural Number (SN)</i> .....	21



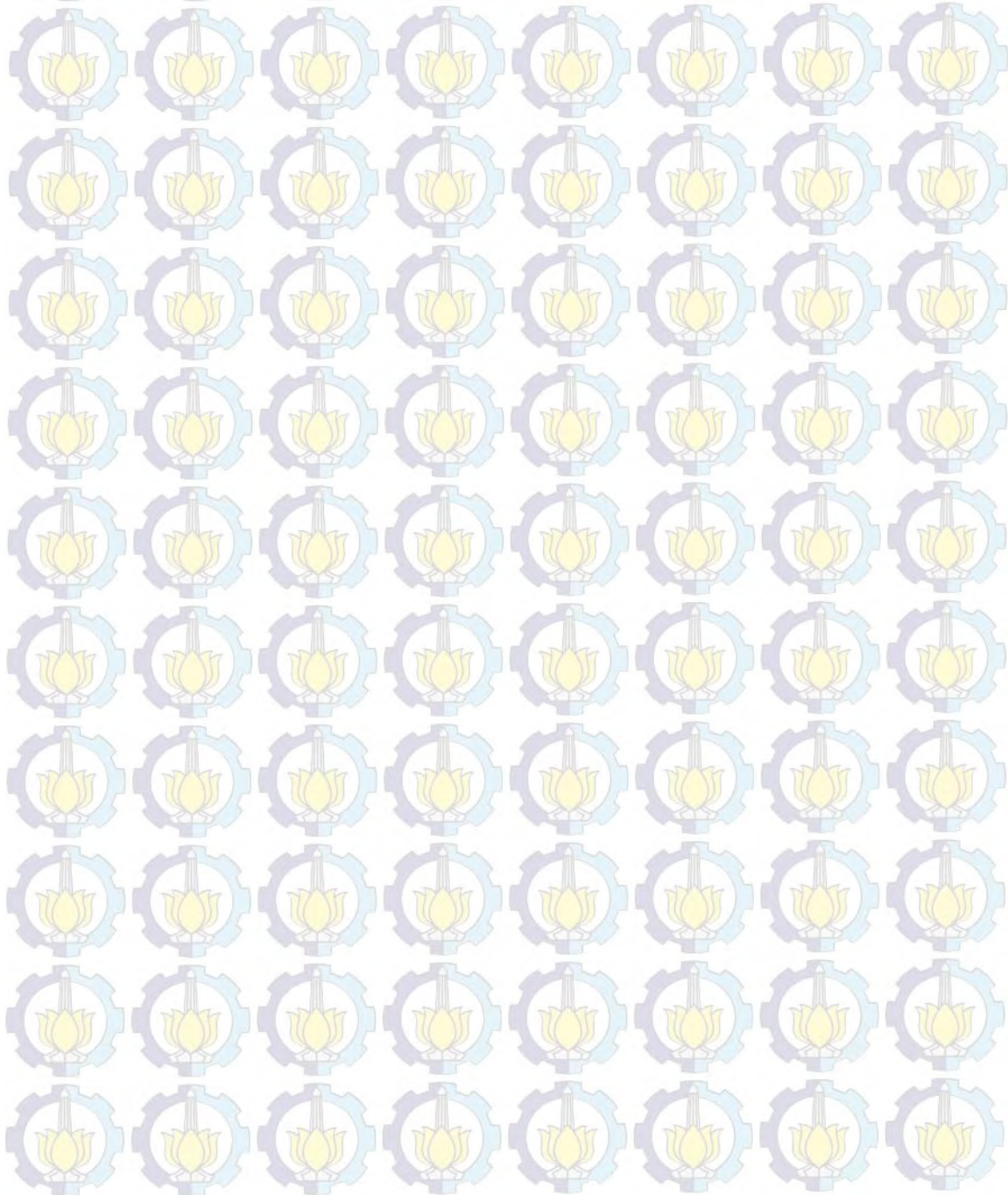
2.7.2 <i>Structural Conditon Index</i> (SCI).....	23
2.7.3 Fungsi Drainase.....	25
2.8 Perhitungan Lalu Lintas .....	26
2.8.1 Jumlah lajur dan Koefisien Distribusi Kendaraan (C) .....	26
2.8.2 Faktor Umur Rencana dan Perkembangan Lalu Lintas .....	27
2.8.3 Akumulasi Ekvivalen Beban Sumbu Standar (CESA) .....	28
2.8.4 Lendutan.....	28
2.9 Teori HDM-4 .....	31
2.9.1 Metode HDM-4 .....	31
2.9.2 Struktur HDM-4 .....	33
2.10 Penelitian Terdahulu .....	36
BAB 3 METODA PENELITIAN.....	37
3.1 Jenis Penelitian.....	37
3.2 Tahapan Penelitian.....	37
3.3 Jenis dan Sumber Data Penelitian.....	41
3.3.1 Data Primer .....	41
3.3.2 Data Sekunder .....	42
3.4 Analisis Data.....	42
3.4.1 Analisis CBR.....	44
3.4.2 Analisis Curah Hujan .....	45
3.4.3 Analisis Beban Lalu Lintas .....	45
3.4.4 Analisis Struktur Jalan .....	45
3.4.5 Analisis Prediksi Kondisi Struktur Perkerasan Jalan .....	46
3.5 Kalibrasi model HDM-4 .....	46
3.6 Perkiraan Hasil.....	48
3.7 Proses Validasi Hasil Prediksi .....	49
BAB 4 GAMBARAN UMUM WILAYAH PENELITIAN .....	51
4.1 Gambaran Umum Ruas Jalan Lokasi Penelitian.....	51
Gambar 4.1 Peta ruas jalan nasional provinsi Jawa Timur.....	51
Tabel 4.1 Data kondisi ruas jalan nasional provinsi Jawa Timur (lanjutan) .....	53
Sumber : Satker P2JN Surabaya, 2013 .....	53



4.2 Data Penelitian .....	54
4.2.1 Data Teknis Jalan.....	54
4.2.2 Volume Lalu Lintas .....	55
4.2.3 Kondisi Lingkungan .....	56
4.2.4 Struktur Perkerasan Jalan .....	57
4.2.5 Nilai CBR Tanah Dasar .....	59
4.2.6 Data Lendutan FWD Jalan.....	60
4.2.7 Angka Ekuivalen Kendaraan .....	63
4.2.8 Jadwal Pelaksanaan Pemeliharaan.....	64
4.3 Data Primer .....	64
4.3.1 Survei Kerusakan Jalan .....	64
4.4 Rekapitulasi Data Penelitian .....	70
<b>BAB 5 ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>71</b>
5.1 Analisa Data .....	71
5.2 Analisa Data Volume Lalu Lintas .....	71
5.2.1 Analisa Data LHR.....	71
5.2.2 Analisa Perhitungan Nilai CESAL .....	75
5.3 Analisa Data Curah Hujan.....	81
5.4 Analisa Data CBR .....	81
5.5 Analisa Data Structural Number (SN) dan Structural Number Capacity (SNC) .....	82
5.6 Analisa Perhitungan Koefisien HDM-4 Untuk Kekasaran (IRI) .....	87
5.7 Analisa Prediksi Kondisi Perkerasan Jalan .....	89
5.7.1 Prediksi Kondisi Perkerasan Jalan CESAL Bina Marga .....	92
5.7.2 Prediksi Kondisi Perkerasan Jalan CESAL Rencana .....	94
5.7.3 Prediksi Kondisi Perkerasan Jalan CESAL Aktual ( <i>Overload</i> ) .....	95
5.7.4 Analisis Pengaruh Beban Lalu lintas, CBR, Curah Hujan dan SN Terhadap Peningkatan Nilai IRI .....	101
5.7.5 Proses Validasi Prediksi Kondisi Perkerasan Jalan .....	104
5.8 Perencanaan Penanganan Jalan Tiap Segmen .....	105
5.8.1 Analisis Tebal Perkerasan Tambah ( <i>overlay</i> ) Dengan Data Lendutan	107
5.8.2 Analisis Kondisi Jalan dan Upaya Perbaikan Kerusakan Jalan .....	117



5.8.3 Perhitungan Kondisi Kerusakan Jalan.....	120
5.8.4 Analisa Perhitungan Biaya Penanganan.....	120
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN.....	123
6.1 Kesimpulan.....	123
6.2 Saran.....	124
DAFTAR PUSTAKA.....	125
LAMPIRAN.....	129

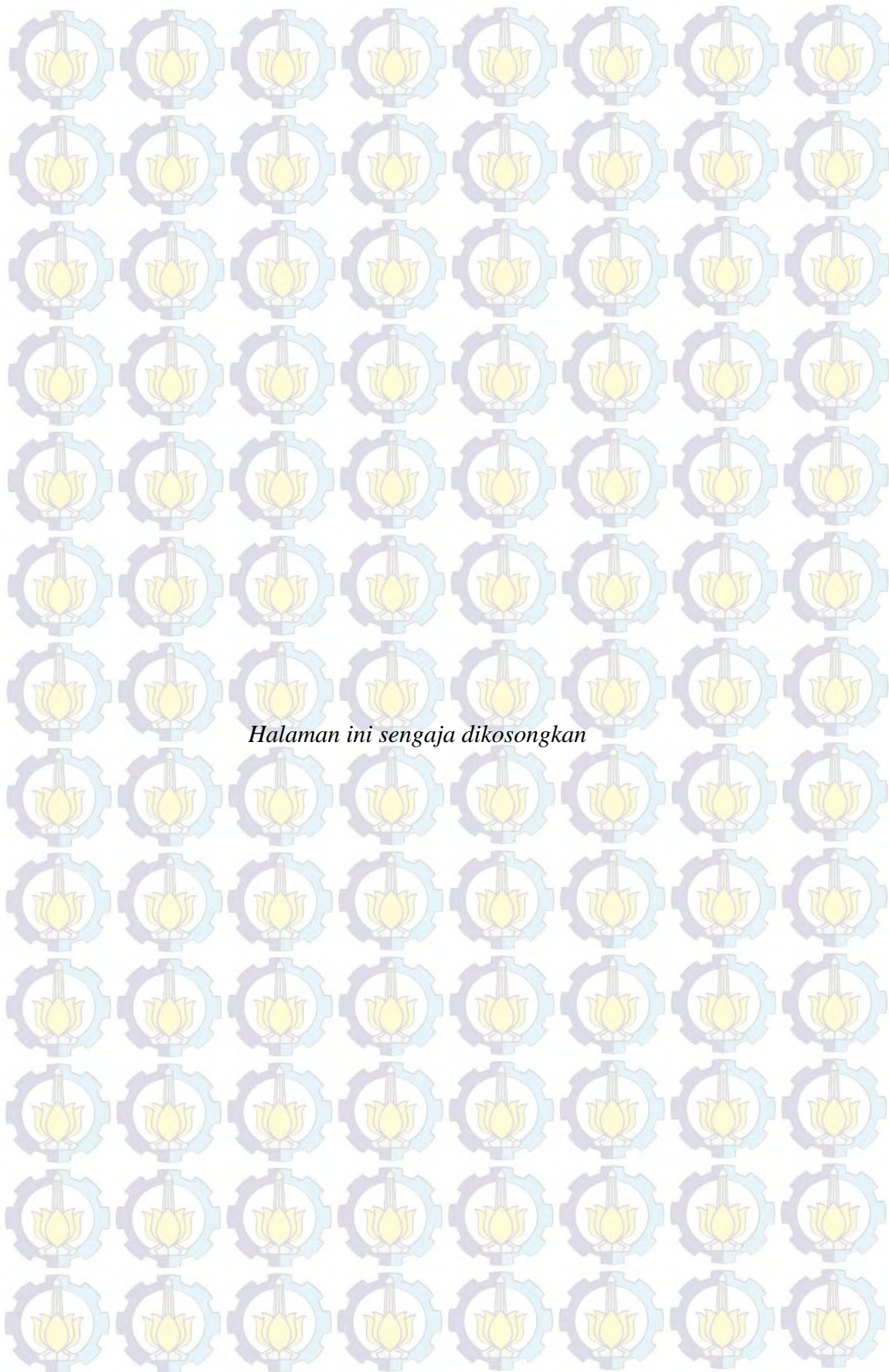




## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Bagian – bagian Jalan.....	8
Gambar 2.2	Konstruksi perkerasan jalan.....	10
Gambar 2.3	Hubungan antara kondisi, umur dan jenis penanganan jalan..	17
Gambar 2.4	Korelasi antara Nilai IRI dan Nilai RCI.....	19
Gambar 2.5	Hubungan faktor kondisi dengan umur sisa.....	25
Gambar 2.6	Siklus manajemen pada HDM-4.....	32
Gambar 2.7	Arsitektur sistem HDM – 4.....	34
Gambar 2.8	Analisa Life cycle menggunakan HDM-4.....	32
Gambar 3.1	Flow chart penelitian secara umum.....	41
Gambar 4.1	Peta ruas jalan nasional provinsi Jawa Timur.....	51
Gambar 4.2	Kondisi ruas jalan Gresik – Sadang (arah Tuban).....	54
Gambar 4.3	Struktur perkerasan jalan.....	58
Gambar 4.4	Retak garis.....	65
Gambar 4.5	Retak kulit buaya.....	66
Gambar 4.6	Alur.....	67
Gambar 4.7	Keriting.....	67
Gambar 4.8	Lubang.....	68
Gambar 4.9	Amblas.....	68
Gambar 4.10	Bahu jalan.....	69
Gambar 4.11	Kondisi drainase jalan.....	70
Gambar 5.1	Distribusi muatan pada beban standar dan illegal.....	79
Gambar 5.2	Peta wilayah lokasi penelitian.....	81
Gambar 5.3	Hubungan faktor kondisi dengan umur sisa.....	84
Gambar 5.4	Grafik perkembangan nilai IRI pada Km 44 (CESAL Bina Marga).....	93
Gambar 5.5	Grafik perkembangan nilai IRI pada Km 44 (CESAL Rencana).....	95
Gambar 5.6	Grafik perkembangan nilai IRI pada Km 44 (CESAL Aktual).....	96
Gambar 5.7	Grafik perkembangan nilai IRI pada segmen Km 44 dengan Beban Bina Marga, Rencana dan Aktual.....	96
Gambar 5.8	Grafik peningkatan nilai IRI pertahun.....	102
Gambar 5.9	Distribusi beban pada perkerasan lentur.....	103
Gambar 5.10	Lendutan FWD terkoreksi ( $d_L$ ) arah Tuban.....	114
Gambar 5.11	Lendutan FWD terkoreksi ( $d_L$ ) arah Surabaya.....	117







## DAFTAR ISTILAH

### **Angka Ekvivalen Beban Sumbu Kendaraan (E)**

Angka yang menyatakan perbandingan tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban sumbu kendaraan terhadap tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh satu lintasan beban standar sumbu tunggal seberat 8,16 ton

### **California Bearing Ratio (CBR)**

Perbandingan antara beban penetrasi suatu lapisan tanah atau perkerasan terhadap bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama

### **Cummulative Equivalent Standard Axle (CESA)**

Akumulasi ekuivalen beban sumbu standar selama umur rencana

### **Falling Weight Deflectometer (FWD)**

Alat untuk mengukur lendutan langsung perkerasan yang menggambarkan kekuatan struktur perkerasan jalan

### **Indeks Permukaan (IP)**

Angka yang dipergunakan untuk menyatakan ketidakrataan dan kekokohan permukaan jalan yang berhubungan dengan tingkat pelayanan bagi lalu-lintas yang lewat

### **International Roughness Index (IRI)**

Parameter penunjuk kekasaran (*roughness*) jalan untuk arah profil memanjang atau longitudinal jalan

### **Lalu-lintas Harian Rata-rata (LHR)**

Volume total kendaraan yang melewati satu titik atau segmen jalan untuk dua arah dalam satu hari

### **Lapis Permukaan**

Bagian lapis perkerasan paling atas yang memikul langsung beban lalu lintas

### **Lapis Pondasi Atas**

Bagian lapis perkerasan yang terletak antara lapis permukaan dan lapis pondasi bawah (atau dengan tanah dasar bila tidak menggunakan lapis pondasi bawah)

### **Lapis Pondasi Bawah**

Bagian lapis perkerasan yang terletak antara lapis pondasi atas dan tanah dasar

### **Laston**

Campuran beraspal dengan gradasi agregat gabungan yang rapat/menerus dengan menggunakan bahan pengikat aspal keras tanpa dimodifikasi (*Straight Bitumen*)

### **Lendutan langsung**

Besar lendutan vertikal suatu permukaan perkerasan akibat beban langsung



### **Muatan Sumbu Terberat (MST)**

Jumlah tekanan maksimum roda terhadap jalan, penetapan muatan sumbu terberat ditujukan untuk mengoptimalkan antara biaya konstruksi dengan efisiensi angkutan

### **Perkerasan jalan**

Konstruksi jalan yang diperuntukan bagi lalu lintas yang terletak diatas tanah dasar

### **Perkerasan lentur**

Konstruksi perkerasan jalan yang dibuat dengan menggunakan lapis pondasi agregat dan lapis permukaan dengan bahan pengikat aspal

### **Road Condition Index (RCI)**

Skala dari tingkat kenyamanan atau kinerja dari jalan, dapat diperoleh sebagai hasil pengukuran dengan alat roughometer ataupun secara visual

### **Structural Number (SN)**

Indeks yang diturunkan dari analisis lalu-lintas, kondisi tanah dasar dan lingkungan yang dapat dikonversi menjadi tebal lapisan perkerasan dengan menggunakan koefisien kekuatan relatif yang sesuai untuk tiap-tiap jenis material masing-masing lapis struktur perkerasan

### **Structural Condition Index (SCI)**

Angka yang digunakan untuk mengevaluasi kondisi struktur perkerasan jalan untuk menentukan ruas jalan yang memerlukan penguatan struktur

### **Tanah Dasar**

Permukaan tanah semula atau permukaan galian atau permukaan tanah timbunan yang dipadatkan dan merupakan permukaan tanah dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan lainnya

### **Tebal Lapis Tambah (*overlay*)**

Lapis perkerasan tambahan yang dipasang di atas konstruksi perkerasan yang ada dengan tujuan meningkatkan kekuatan struktur perkerasan yang ada agar dapat melayani lalu lintas yang direncanakan selama kurun waktu yang akan datang

### **Umur Rencana (UR)**

Jumlah waktu dalam tahun yang dihitung sejak jalan tersebut mulai dibuka sampai saat diperlukan perbaikan berat atau dianggap perlu untuk diberi lapis permukaan yang baru



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Persentase tingkat kerusakan perkerasan jalan terhadap luas seluruh perkerasan.....	9
Tabel 2.2	Perbedaan antara perkerasan lentur dan perkerasan kaku.....	11
Tabel 2.3	Jenis kerusakan perkerasan beraspal.....	13
Tabel 2.4	Jenis program penanganan/kegiatan.....	16
Tabel 2.5	Indeks Permukaan.....	18
Tabel 2.6	Kondisi permukaan secara visual dan nilai RCI.....	20
Tabel 2.7	Penilaian kondisi jalan beraspal berdasarkan nilai IRI.....	20
Tabel 2.8	Nilai koefisien kekuatan relatif masing-masing bahan.....	22
Tabel 2.9	Defenisi kualitas drainase jalan.....	26
Tabel 2.10	Koefisien drainase jalan (m).....	26
Tabel 2.11	Jumlah lajur berdasarkan lebar perkerasan.....	27
Tabel 2.12	Koefisien distribusi kendaraan (C).....	27
Tabel 2.13	Faktor hubungan antara umur rencana dengan perkembangan lalu lintas (N).....	28
Tabel 3.1	Desain penelitian.....	39
Tabel 3.2	Proses analisa data penelitian.....	43
Tabel 3.3	Klasifikasi kondisi lingkungan.....	47
Tabel 3.4	Nilai koefisien lingkungan yang direkomendasikan, m.....	47
Tabel 3.5	Faktor koefisien lingkungan untuk jalan dan drainase, $k_m$ .....	48
Tabel 4.1	Data kondisi ruas jalan nasional provinsi Jawa Timur.....	52
Tabel 4.2	Data teknis jalan Gresik- Sadang.....	55
Tabel 4.3	Jumlah kendaraan menurut jenisnya.....	56
Tabel 4.4	Jumlah hujan rata-rata menurut bulan.....	57
Tabel 4.5	Klasifikasi tanah dasar.....	59
Tabel 4.6	Nilai CBR lokasi penelitian.....	59
Tabel 4.7	Data lendutan langsung arah Tuban.....	60
Tabel 4.8	Data lendutan langsung arah Surabaya.....	61
Tabel 4.9	Nilai VDF Bina Marga dan Rencana.....	63
Tabel 4.10	Tabel rekapitulasi pengumpulan data.....	70
Tabel 5.1	Hasil analisis proyeksi LHR rencana.....	73
Tabel 5.2	Hasil analisis proyeksi LHR aktual.....	74
Tabel 5.3	Perhitungan CESAL Bina Marga Tahun 2014.....	75
Tabel 5.4	Rekapitulasi perhitungan nilai CESAL Bina Marga.....	76
Tabel 5.5	Perhitungan CESAL Rencana 2014.....	77
Tabel 5.6	Rekapitulasi perhitungan nilai CESAL rencana.....	77



Tabel 5.7	JB1 maksimum masing-masing kendaraan.....	78
Tabel 5.8	Perhitungan CESAL aktual tahun 2014.....	79
Tabel 5.9	Rekapitulasi perhitungan nilai CESAL aktual.....	80
Tabel 5.10	Perbandingan nilai CESAL Bina Marga, Rencana dan Aktual....	80
Tabel 5.11	Perhitungan nilai Mr untuk masing-masing segmen jalan.....	82
Tabel 5.12	Kriteria CBR tanah dasar.....	82
Tabel 5.13	Hasil perhitungan <i>Structural Number Capacity</i> .....	86
Tabel 5.14	Klasifikasi kondisi lingkungan.....	87
Tabel 5.15	Nilai koefisien lingkungan yang direkomendasikan.....	88
Tabel 5.16	Faktor koefisien lingkungan untuk jalan dan drainase.....	88
Tabel 5.17	Jenis dan luas kerusakan yang terjadi pada Km 44.....	90
Tabel 5.18	Standar klasifikasi kondisi jalan dari RDS70.....	90
Tabel 5.19	Kondisi jalan sesuai tabel RDS70.....	91
Tabel 5.20	Tabel kondisi dan kemandirian jalan.....	91
Tabel 5.21	Rekapitulasi perhitungan nilai RCI dan IRI.....	92
Tabel 5.22	Prediksi kondisi perkerasan jalan pada Km. 44 (CESAL Bina Marga).....	92
Tabel 5.23	Prediksi kondisi perkerasan jalan pada Km. 44 (CESAL Rencana).....	94
Tabel 5.24	Prediksi kondisi perkerasan jalan HDM-4 (CESAL Aktual).....	95
Tabel 5.25	Rekapitulasi perhitungan nilai IRI dengan CESAL Bina Marga..	98
Tabel 5.26	Rekapitulasi perhitungan nilai IRI dengan CESAL Rencana.....	99
Tabel 5.27	Rekapitulasi perhitungan nilai IRI dengan CESAL Aktual.....	100
Tabel 5.28	Pertambahan nilai IRI akibat pengaruh beban, CBR dan SN.....	101
Tabel 5.29	Perbandingan antara nilai IRI hasil prediksi dengan pengukuran dan prosentase penyimpangannya.....	104
Tabel 5.30	Penanganan jalan berdasarkan nilai IRI.....	106
Tabel 5.31	Penanganan jalan tiap segmen sesuai dengan nilai IRI.....	106
Tabel 5.32	Nilai lendutan FWD terkoreksi ( $d_L$ ) arah Tuban.....	109
Tabel 5.33	Nilai lendutan FWD terkoreksi ( $d_L$ ) arah Surabaya.....	111
Tabel 5.34	Perhitungan tebal <i>overlay</i> untuk arah Tuban dan Surabaya.....	116
Tabel 5.35	Perhitungan kondisi kerusakan jalan.....	120
Tabel 5.36	Analisa biaya penanganan jalan.....	121



## BIODATA PENULIS



Andi G Hutauruk lahir di Pasar Sipoholon, Kabupaten Tapanuli Utara, Propinsi Sumatera Utara pada tanggal 17 Juli 1984. Penulis menghabiskan masa kecil dan sekolah dari SD, SMP, dan SMA di Kota Tarutung yang merupakan ibu kota Kab. Tapanuli Utara. Pada tahun 2003 penulis melanjutkan studi di perguruan tinggi ITS Surabaya melalui seleksi SPMB di Jurusan Teknik Mesin dan setelah lulus sempat bekerja pada beberapa perusahaan swasta sebelum akhirnya diterima pada instansi Kementerian Pekerjaan Umum pada tahun 2010 melalui tes CPNS di kota Surabaya. Saat ini penulis ditempatkan pada unit kerja Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional I (BBPJN-I) Medan, pada satminkal Ditjen Bina Marga. Melalui seleksi yang diadakan oleh Kementerian Pekerjaan Umum bekerjasama dengan ITS, pada tahun 2013 penulis diterima di Program Pascasarjana Teknik Sipil (S2).

Penulis sangat senang membaca artikel maupun jurnal yang berkaitan dengan iptek, politik, sejarah, musik dan senang berbagi pikiran dan pengalaman untuk menambah wawasan dan ilmu yang penulis miliki. Penulis dapat dihubungi melalui email : [der.kamfer@gmail.com](mailto:der.kamfer@gmail.com)



## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Kerusakan jalan akhir-akhir ini seringkali menjadi topik utama diberbagai media massa nasional. Banyak ruas jalan nasional, jalan propinsi, jalan kabupaten maupun kota yang mengalami kerusakan perkerasan struktural padahal pekerjaan baru selesai dikerjakan dan masih dalam tahap masa pemeliharaan. Kerusakan ini kebanyakan terjadi sebelum umur layanan selesai sehingga proses penanganan jalan yang selama ini diterapkan masih belum memberikan hasil yang optimal. Keadaan ini sudah berlangsung cukup lama, dimana pemerintah selama ini lebih fokus pada usaha memperbaiki infrastruktur jalan dan belum kepada arah bagaimana mempertahankan asset jalan yang ada dan yang akan dibangun agar tetap dalam kondisi mantap sehingga alokasi biaya yang selama ini lebih banyak dibebankan pada usaha pembangunan dan pemeliharaan infrastruktur jalan bisa dikurangi dan dialihkan kepada kepentingan pembangunan infrastruktur lain yang tidak kalah pentingnya.

Dalam siklus umur layanan jalan, jalan yang telah dibangun dan dioperasikan lama kelamaan akan mengalami penurunan kondisi dan tingkat pelayanan jalan. Kondisi ini diawali dengan munculnya kerusakan dini berupa terjadinya retak pada permukaan perkerasan jalan yang lama kelamaan jika tidak segera ditangani akan menyebabkan kerusakan yang jauh lebih besar lagi hingga pada satu kondisi dimana jalan tersebut tidak dapat lagi berfungsi baik secara struktural maupun fungsional terutama untuk melayani keperluan lalu lintas. Dari hasil beberapa penelitian, kerusakan tersebut kebanyakan terjadi dimasa pemeliharaan jalan, artinya umur layanan jalan belum mencapai atau mendekati umur rencana.

Banyak faktor – faktor yang terlibat yang berpengaruh terhadap terjadinya kerusakan jalan. Mulyono (2006) menyatakan bahwa faktor dominan penyebab kerusakan jalan terdiri dari 3 (tiga) faktor utama yaitu faktor mutu konstruksi perkerasan, faktor air drainase permukaan jalan dan faktor repetisi beban



kendaraan. Dari ke tiga faktor tersebut, faktor beban lalu lintas yang tidak terkendali yang dibebani secara berulang-ulang dikombinasikan dengan genangan air menjadi faktor yang paling berpengaruh terhadap terjadinya kerusakan jalan. Dengan terganggunya fungsi jalan akibat kondisi jalan yang rusak, banyak kerugian yang timbul sebagai dampaknya, terutama bagi masyarakat selaku pengguna jalan, dampak tersebut berupa naiknya biaya operasional kendaraan (BOK), ketidaknyamanan dalam berkendara, kecelakaan lalu lintas hingga dampak terhadap ekonomi (Asia foundation, 2008).

Untuk mempertahankan kondisi layanan jalan, maka perlu dilakukan upaya pemeliharaan terhadap jalan tersebut agar jalan tetap berada dalam kondisi yang andal dan prima. Namun yang menjadi masalah adalah seringkali program pemeliharaan jalan dikerjakan tidak maksimal, salah satunya karena waktu dan biaya pemeliharaan yang tidak tepat akibatnya kerusakan jalan tetap terjadi dan terakumulasi menjadi lebih parah lagi sehingga biaya yang dikeluarkan oleh pemerintah akan lebih besar lagi.

Langkah awal untuk mencegah terjadinya kerusakan jalan adalah dengan mengetahui kerusakan dini yang terjadi dan memperkirakan perkembangan kerusakan tersebut, baik luas maupun tingkat kerusakan yang terjadi. Hal tersebut merupakan salah satu kriteria penting dalam penanganan kerusakan jalan agar tercapai keefektifan dalam menentukan waktu dan biaya pemeliharaan jalan. Untuk dapat memperkirakan kondisi perkerasan jalan ditahun-tahun mendatang perlu dilakukan penelitian yang dapat menggambarkan dan memprediksi kondisi jangka panjang jalan.

Permasalahan diatas melatarbelakangi penelitian ini bagaimana memprediksikan kondisi struktur perkerasan jalan ditahun-tahun mendatang dengan menggunakan alat pendukung keputusan yang mampu memprediksi kondisi perkerasan jalan secara akurat. Model manajemen HDM (*Highway Development and Management*) 4 digunakan sebagai alat analisis menjawab permasalahan ini. HDM 4 merupakan salah satu aplikasi program yang dikembangkan oleh World Bank (1968) yang dapat memprediksi perkembangan kerusakan jalan hingga puluhan tahun kedepannya yang didasarkan pada analisis empirik dengan menggunakan beberapa variabel seperti beban lalu lintas, tingkat



curah hujan, CBR dan struktur perkerasan jalan sebagai variabel masukan. Metode survei *Road Condition Index* (RCI) dan pengukuran data dilapangan digunakan untuk mendapat nilai *International Roughness Index* (IRI) awal. Penelitian ini akan diterapkan pada data yang dikumpulkan dari jaringan jalan nasional di provinsi Jawa Timur, khususnya ruas jalan Bts. Kota Gresik – Sadang. Ruas jalan ini merupakan jalur alternatif yang menghubungkan Kabupaten Gresik-Kabupaten Lamongan-Kabupaten Tuban hingga ke Bulu. Dengan nilai Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) yang cukup tinggi, dan semakin terbatasnya kemampuan jalur utama untuk melayani kebutuhan lalu lintas, maka keberadaan ruas jalan ini sangat penting sehingga perlu untuk dianalisa kondisinya di tahun-tahun yang akan datang yang nantinya dapat dijadikan sebagai acuan dalam usaha mempertahankan kondisi jalan mantap dan baik.

Dari hasil prediksi tersebut, kondisi kinerja perkerasan jalan jangka panjang dapat diketahui yang diwakili oleh nilai ketidak rataan atau nilai IRI (*International Roughness Index*) yang kemudian digunakan sebagai dasar untuk mengukur kebutuhan kebutuhan pogram perencanaan, penanganan dan pendanaan jangka panjang agar kondisi aset jalan tetap terjaga dalam kondisi baik dan mantap.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian diatas, rumusan masalah dalam rencana penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1 Bagaimana pengaruh beban lalu lintas, CBR, dan struktur perkerasan jalan terhadap nilai IRI jalan?
- 2 Bagaimana memprediksi kondisi struktur perkerasan jalan untuk tahun-tahun mendatang dengan menggunakan metode HDM-4?
- 3 Bagaimana menentukan program penanganan jalan yang paling tepat sesuai dengan hasil prediksi kondisi perkerasan jalan untuk masing-masing segmen jalan?
- 4 Bagaimana menentukan biaya program penanganan jalan?



### **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari rencana penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisa pengaruh beban lalu lintas, CBR, dan struktur perkerasan jalan terhadap nilai IRI jalan.
2. Memprediksi kondisi struktur perkerasan jalan untuk tahun-tahun mendatang dengan menggunakan pendekatan metode HDM-4
3. Menentukan program penanganan jalan yang paling tepat sesuai dengan hasil prediksi kondisi perkerasan jalan untuk masing-masing segmen jalan
4. Menentukan biaya program penanganan jalan

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini diharapkan memberi manfaat bagi Pemerintah selaku penyelenggara jalan sebagai salah satu masukan dan informasi untuk menyusun kebutuhan program perencanaan dan penanganan jalan terutama agar tercapai keefektifan dalam menentukan waktu dan biaya penanganan jalan, dengan demikian aset jaringan jalan dapat dipertahankan dalam kondisi baik dan memberikan tingkat pelayanan secara berkelanjutan.
2. Menjadi rujukan bagi penelitian selanjutnya untuk analisa pengendalian kinerja proyek konstruksi jalan berdasarkan kajian hasil perkiraan terjadinya kerusakan jalan ditahun-tahun operasionalnya.

### **1.5 Ruang Lingkup Penelitian**

Sehubungan dengan permasalahan yang akan dibahas maka ruang lingkup penelitian ini adalah :

1. Subyek penelitian ini adalah memprediksi kondisi perkerasan jalan yang terjadi dimasa operasional jalan (ditahun-tahun mendatang).
2. Pendekatan metode HDM-4 digunakan sebagai alat pendukung keputusan untuk melakukan memprediksi kondisi struktur perkerasan jalan.
3. Variabel-variabel yang digunakan sebagai data masukan dibatasi pada data beban lalu lintas, curah hujan, CBR dan struktur perkerasan jalan.
4. Masing-masing jenis kerusakan jalan tidak dibahas secara terperinci.
5. Prediksi kondisi perkerasan jalan dianalisa untuk 10 tahun mendatang



6. Penelitian dilakukan di ruas jalan nasional Provinsi Jawa Timur khususnya ruas jalan Bts. Kota Gresik-Sadang (Bts. Kota Lamongan) dari STA Km Sby 44+000 s/d STA Km Sby 53+ 900 dengan jenis perkerasan lentur (*flexible pavement*).
7. Tebal lapis perkerasan disepanjang ruas jalan Bts. Kota Gresik – Sadang dianggap sama dan seragam

#### **1.6 Sistematika Penulisan**

Penulisan tesis ini menggunakan sistematika penulisan sebagai berikut :

##### **BAB 1 : PENDAHULUAN**

Bab ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian dan sistematika penulisan.

##### **BAB 2 : TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini merupakan teori penunjang penelitian yang berisi uraian tentang jalan, manajemen preservasi jalan, kinerja perkerasan jalan, *structural number*, perhitungan lalu lintas, manajemen HDM-4 dan penelitian terdahulu yang terkait.

##### **BAB 3 : METODA PENELITIAN**

Bab ini berisi tentang jenis penelitian, tahapan penelitian, jenis dan sumber data, analisis data, perkiraan hasil dan lokasi penelitian.

##### **BAB 4 : GAMBARAN UMUM WILAYAH PENELITIAN**

Bab ini berisi tentang profil ruas jalan penelitian, data penelitian, hasil survei kerusakan jalan, dan rekapitulasi data penelitian.

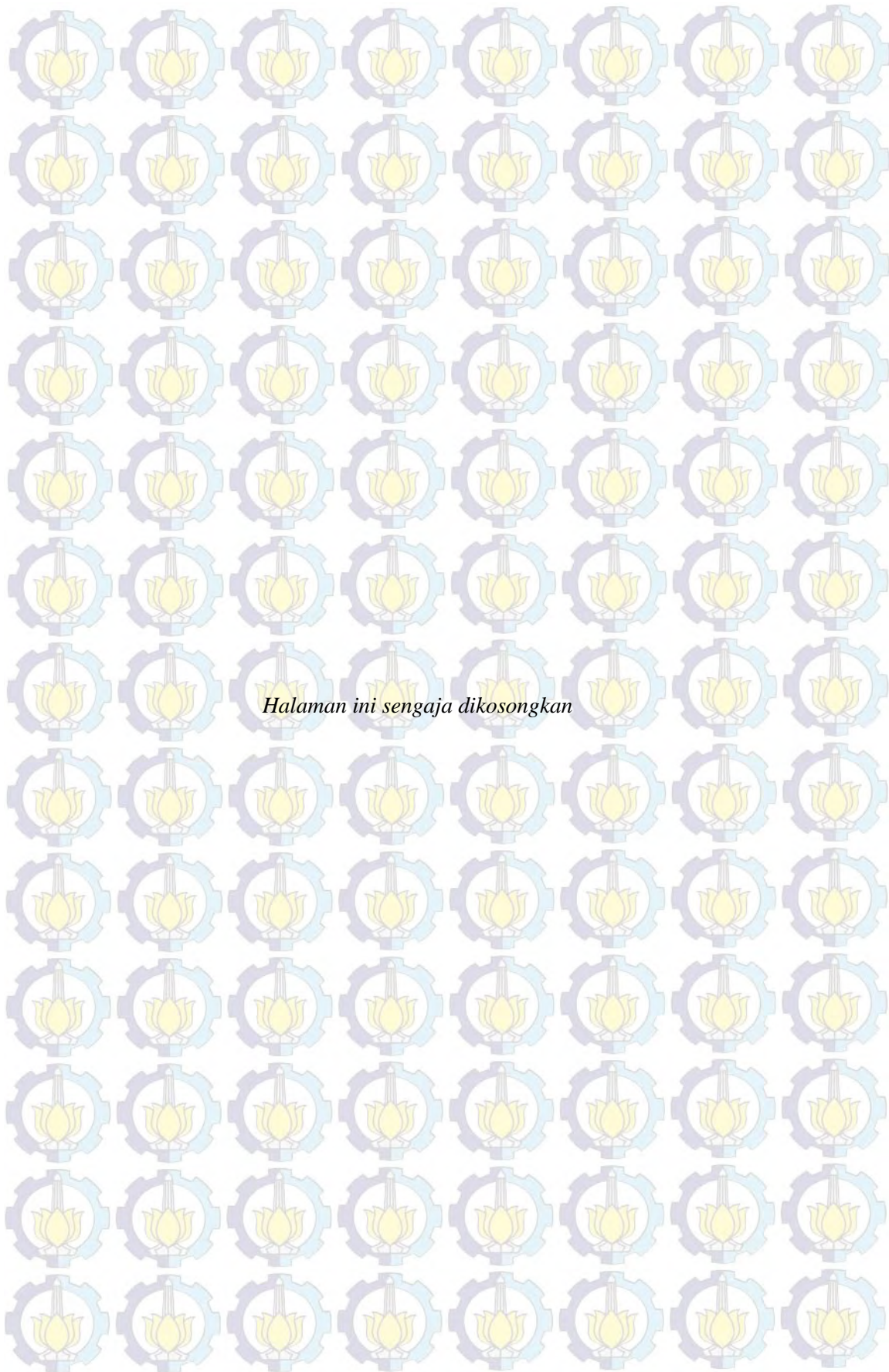
##### **BAB 5 : ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisi penjelasan tentang analisa data volume lalu lintas, analisa data curah hujan, analisa data CBR, analisa data *structural number* dan *structural number capacity*, analisa koefisien lingkungan, analisa prediksi kondisi perkerasan, analisa kerusakan jalan dan biaya penanganan jalan.

##### **BAB 6 : KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari pembahasan bab-bab sebelumnya







## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian Jalan**

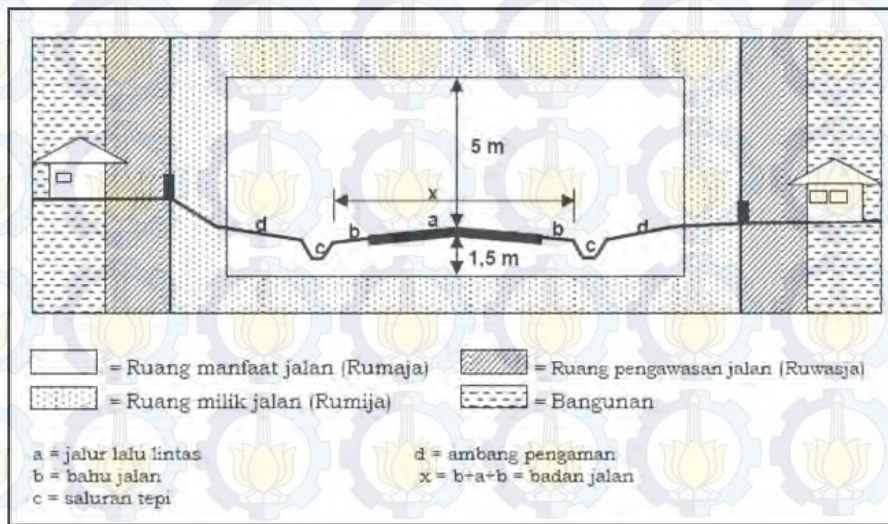
Menurut UU RI No. 38 tahun 2004 jalan merupakan prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel. Ketersediaan jalan dalam kondisi mantap mempunyai peranan penting terutama dalam mendukung bidang ekonomi, sosial dan budaya serta lingkungan dan dikembangkan melalui pendekatan pengembangan wilayah agar tercapai keseimbangan dan pemerataan pembangunan antar daerah, membentuk dan memperkuat kesatuan nasional untuk memantapkan pertahanan dan keamanan nasional, serta membentuk struktur ruang dalam rangka mewujudkan sasaran pembangunan nasional.

#### **2.2 Bagian-Bagian Jalan**

Bangunan pelengkap jalan adalah bangunan yang tidak dapat dipisahkan dari jalan, antara lain : jembatan, lintas atas (*overpass*), lintas bawah (*underpass*), tempat parkir, gorong-gorong, tembok penahan tanah, dan saluran air jalan. Sedangkan yang termasuk perlengkapan jalan antara lain : rambu-rambu lalu lintas, tanda-tanda jalan (marka), pagar pengaman lalu lintas, pagar Daerah Milik Jalan (DMJ), dan patok-patok DMJ, patok hektometer, patok kilometer, lampu penerangan jalan, lampu pengatur lalu lintas (*traffic light*).

Berdasarkan Undang-undang RI No. 38 Tahun 2004 tentang Jalan yang memuat tentang Ruang manfaat jalan (RUMAJA) yaitu meliputi badan jalan, saluran tepi jalan dan ambang pengaman, Ruang milik jalan (RUMIJA) yaitu ruang manfaat jalan dan sejalar tanah tertentu di luar ruang manfaat jalan. Ruang pengawasan jalan (RUWASJA) merupakan ruang tertentu di luar ruang milik jalan yang ada di bawah pengawasan penyelenggara jalan.





Gambar 2.1 Bagian – bagian Jalan  
(UU RI No. 38 Tahun 2004)

### 2.3 Kondisi dan Tingkat Pelayanan Jalan

Untuk menentukan jenis program penanganan jalan, maka terlebih dahulu kondisi ruas jalan yang akan ditangani harus dipastikan terlebih dahulu kondisi, jenis dan tingkat kerusakannya. Jenis kondisi jalan dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Dirjen Bina Marga, 1992):

1. Jalan dengan kondisi baik  
Jalan dengan kondisi baik adalah jalan dengan permukaan perkerasan yang benar-benar rata, tidak ada gelombang dan tidak ada kerusakan permukaan.
2. Jalan dengan kondisi sedang  
Jalan dengan kondisi sedang adalah jalan dengan kerataan permukaan perkerasan sedang, mulai ada gelombang tetapi tidak ada kerusakan permukaan.
3. Jalan dengan kondisi rusak ringan  
Jalan dengan kondisi rusak ringan adalah jalan dengan permukaan perkerasan sudah mulai bergelombang, mulai ada kerusakan permukaan dan penambalan (kurang dari 20% dari luas jalan yang ditinjau).
4. Jalan dengan kondisi berat  
Jalan dengan kondisi berat adalah jalan dengan permukaan perkerasan sudah banyak kerusakan seperti bergelombang, retak-retak buaya dan terkelupas yang cukup besar (20-60% dari luas jalan yang ditinjau) disertai dengan



kerusakan lapis pondasi dengan kerusakan lapis pondasi seperti amblas, sungkur dan sebagainya.

Untuk menggambarkan kondisi dan tingkat kerusakan perkerasan jalan, sistem penilaian yang digunakan terdiri dari empat tingkatan yaitu (Tabel 2.1) : nilai (1) untuk kondisi Baik, nilai (2) untuk kondisi Sedang, nilai (3) untuk kondisi Rusak Ringan dan nilai (4) untuk kondisi Rusak Berat. Penilaian tersebut ditentukan berdasarkan persentase luas kerusakan terhadap luas seluruh perkerasan ruas jalan yang dinilai per satuan jarak (Dirjen Bina Marga, 1995).

Tabel 2.1 Persentase tingkat kerusakan perkerasan jalan terhadap luas seluruh perkerasan

Jenis Perkerasan	Penilaian Kondisi dan Persentase Tingkat Kerusakan			
	Baik (1)	Sedang (2)	R.Ringan (3)	R.Berat (4)
Jalan Beraspal				
A. Lubang Lubang	0 – 1 %	1 – 5 %	5 – 15 %	> 15 %
B. Amblas	0 – 5 %	5 – 10 %	10 – 50 %	> 50 %
C. Retak-retak	0 – 3 %	3 – 12 %	12 – 25 %	> 25 %
D . Alur Bekas Roda	0 – 3 %	3 – 5 %	5 – 25 %	> 25 %
Jalan Tidak Beraspal	Baik (1)	Sedang (2)	R.Ringan (3)	R.Berat (4)
E. Lubang-lubang	0 – 3 %	3 – 10 %	10 – 25 %	> 25 %
F. Titik Lembek	0 – 3 %	3 – 10 %	10 – 25 %	> 25 %
G. Erosi Perkerasan	0 – 3 %	3 – 10 %	10 – 25 %	> 25 %
H. Alur Bekas Roda	0 – 5 %	5 – 10 %	10 – 50 %	> 50 %
I. Bergelombang	0 – 3 %	3 – 10 %	10 – 50 %	> 50 %

Sumber : Dirjen Bina Marga, 1995

Menurut Departemen Pekerjaan Umum Dirjen Bina Marga (1995), dari kondisi jalan ini kemudian ditentukan tingkat pelayanan dari jalan tersebut sebagai berikut :

1. Jalan dengan kondisi pelayanan mantap

Adalah ruas-ruas jalan dengan umur rencana yang dapat diperhitungkan serta mengikuti suatu standar tertentu. Termasuk ke dalam kondisi pelayanan mantap adalah jalan-jalan dengan kondisi baik dan sedang.



2. Jalan dengan kondisi pelayanan tidak mantap

Adalah ruas-ruas jalan yang dalam kenyataan sehari-hari masih berfungsi melayani lalu lintas, tetapi tidak dapat diperhitungkan umur rencananya serta tidak mengikuti standar tertentu. Termasuk ke dalam kondisi pelayanan tidak mantap adalah jalan-jalan dengan kondisi rusak ringan.

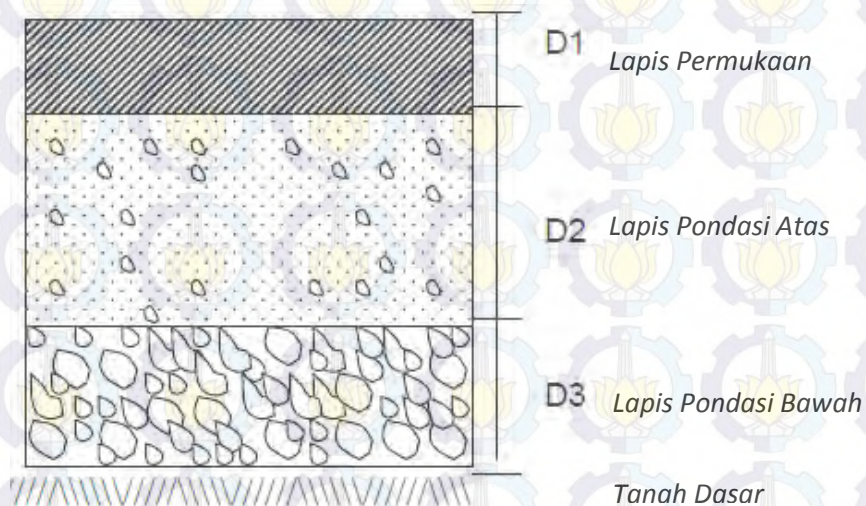
3. Jalan dengan kondisi pelayanan kritis

Adalah ruas-ruas jalan sudah tidak dapat lagi berfungsi melayani lalu lintas, atau dalam keadaan putus. Termasuk ke dalam kondisi pelayanan kritis adalah jalan-jalan dengan kondisi rusak berat.

## 2.4 Jenis Perkerasan Jalan dan Penurunan Kondisi Jalan

### 2.4.1 Jenis Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah campuran antara agregat dan bahan ikat yang digunakan untuk melayani beban lalu lintas (Sukirman, 2010). Sebelum campuran tersebut dilakukan, terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan dan pengujian bahan perkerasan jalan raya untuk mengendalikan mutu bahan perkerasan. Pengendalian yang dimaksud adalah agar jenis dan mutu bahan perkerasan yang akan diusahakan sesuai dengan rencana kebutuhan yang ada. Dengan kata lain penggunaan bahan perkerasan harus sesuai dengan kondisi di lapangan. Agregat dipakai antara lain adalah batu pecah, batu belah, batu kali, dan hasil samping peleburan baja. Sedangkan bahan ikat yang dipakai antara lain adalah aspal, semen, dan tanah liat.



Gambar 2.2 Konstruksi perkerasan jalan  
(Sukirman, 2010)



Menurut Sukirman (2010), berdasarkan bahan pengikatnya, konstruksi perkerasan jalan dibedakan atas tiga macam, yaitu :

1. Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*), adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan-lapisan tersebut adalah lapisan permukaan (*surface coarse*), lapisan pondasi atas (*base coarse*), lapisan pondasi bawah (*sub-base coarse*), dan lapisan tanah dasar (*subgrade*).
2. Konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan semen (*portland cement*) sebagai bahan pengikat, pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan di atas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton
3. Konstruksi perkerasan komposit (*composite pavement*), yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur dapat berupa perkerasan lentur diatas perkerasan kaku atau perkerasan kaku diatas perkerasan lentur. Perbedaan utama antara perkerasan lentur dan kaku dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 2.2 Perbedaan antara perkerasan lentur dan perkerasan kaku

No.	Uraian	Perkerasan Lentur	Perkerasan Kaku
1	Bahan pengikat	Aspal	Semen
2	Repetisi beban	Timbul <i>rutting</i> (lendutan pada jalur roda)	Timbul retak-retak pada permukaan
3	Penurunan tanah dasar	Jalan bergelombang (mengikuti tanah dasar)	Bersifat sebagai balok diatas perletakan
4	Perubahan temperatur	Modulus kekakuan berubah. Timbul tegangan dalam yang kecil	Modulus kekakuan tidak berubah. Timbul tegangan dalam yang besar.

Sumber : Sukirman, 2010

#### 2.4.2 Penurunan Kondisi Jalan

Indikasi yang menunjukkan terjadinya penurunan kondisi jalan adalah terjadinya kerusakan jalan, baik kerusakan fungsional dan kerusakan struktural yang dapat dilihat dari bentuk dan proses terjadinya Kerusakan yang terjadi tersebut akan mempengaruhi nilai kekasaran pada perkerasan dan pada akhirnya akan menyebabkan terganggunya kenyamanan berkendara, meningkatkan biaya



operasi kendaraan dan kemungkinan jalan tersebut tidak dapat berfungsi lagi (Sukirman, 2010).

#### **2.4.2.1 Jenis-jenis Kerusakan**

Jenis kerusakan pada perkerasan jalan dapat dikelompokkan atas 2 macam yaitu (Bina Marga, 2005) :

a. Kerusakan Struktural

Kerusakan struktural adalah kerusakan pada struktur jalan, sebagian atau seluruhnya yang menyebabkan perkerasan jalan tidak lagi mampu mendukung beban lalu lintas. Untuk itu perlu adanya perkuatan struktur dari perkerasan dengan cara pemberian pelapisan ulang (*overlay*) atau perbaikan kembali terhadap lapisan perkerasan yang ada.

b. Kerusakan Fungsional

Kerusakan fungsional adalah kerusakan pada permukaan jalan yang dapat menyebabkan terganggunya fungsi jalan tersebut. Kerusakan ini dapat berhubungan atau tidak dengan kerusakan struktural. Pada kerusakan fungsional, perkerasan jalan masih mampu menahan beban yang bekerja namun tidak memberikan tingkat kenyamanan dan keamanan seperti yang diinginkan. Untuk itu lapisan permukaan perkerasan harus dirawat agar permukaan kembali baik.

Secara garis besar, kerusakan pada perkerasan beraspal dapat dikelompokkan atas empat modus kejadian (Austroads, 1987), yaitu retak, cacat permukaan, deformasi dan cacat tepi perkerasan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.3. Umumnya masing-masing kerusakan terjadi diakibatkan oleh kualitas material yang kurang baik, faktor pemadatan (*compaction*) yang kurang sempurna, daya dukung tanah dasar yang kurang baik, hingga faktor lingkungan yang menyebabkan perkerasan bereaksi secara kimiawi dan seiring waktu akan merusak perkerasan struktur jalan.



Tabel 2.3 Jenis kerusakan perkerasan beraspal

MODUS	JENIS	CIRI
Retak	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Retak memanjang</li> <li>- Retak melintang</li> <li>- Retak tidak beraturan</li> <li>- Retak selip</li> <li>- Retak blok</li> <li>- Retak buaya</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memanjang searah sumbu jalan</li> <li>- Melintang tegak lurus sumbu jalan</li> <li>- Tidak berhubungan dengan pola, tidak jelas</li> <li>- Membentuk parabola atau bulan sabit</li> <li>- Membentuk poligon, spasi jarak &gt; 300 mm</li> <li>- Membentuk poligon, spasi jarak &lt; 300 mm</li> </ul>
Deformasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alur</li> <li>- Keriting</li> <li>- Ambblas</li> <li>- Sungkur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Penurunan sepanjang jejak roda</li> <li>- Penurunan regular melintang, berdekatan</li> <li>- Cekungan pada lapis permukaan</li> <li>- Peninggian lokal pada lapis permukaan</li> </ul>
Cacat Permukaan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lubang</li> <li>- Delaminasi</li> <li>- Pelepasan butiran</li> <li>- Pengausan</li> <li>- Kegemukan</li> <li>- Tambalan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tergerusnya lapisan aus di permukaan perkerasannya yang berbentuk seperti mangkok</li> <li>- Terkelupasnya lapisan tambah pada perkerasan yang lama</li> <li>- Lepasnya butir-butir agregat dari permukaan</li> <li>- Aausnya batuan sehingga menjadi licin</li> <li>- Pelelehan aspal pada permukaan perkerasan</li> <li>- Perbaikan lubang pada permukaan perkerasan</li> </ul>
Cacat Tepi Perkerasan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gerusan tepi</li> <li>- Penurunan tepi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lepasnya bagian tepi perkerasan</li> <li>- Penurunan bahu jalan dari tepi perkerasan</li> </ul>

Sumber : Austroads, 1987

#### 2.4.2.2 Penyebab Kerusakan Jalan

Faktor penyebab kerusakan perkerasan jalan dapat dikelompokkan sebagai berikut (Bina Marga, 2005):

##### a. Faktor Lalu Lintas

Kerusakan pada konstruksi perkerasan jalan terutama disebabkan oleh lalu lintas. Faktor lalu lintas tersebut ditentukan antara lain oleh beban kendaraan, distribusi beban kendaraan pada lebar perkerasan, pengulangan beban lalu lintas dan lain sebagainya. *Damage factor* (daya rusak) kendaraan biasanya dinyatakan terhadap daya rusak kendaraan standar beban 8,16 ton (AASHTO, 1972). Untuk kendaraan dengan beban lainnya, BinaMarga (2005) memberikan suatu pendekatan untuk



untuk menghitung daya rusak kendaraan tersebut terhadap daya rusak kendaraan beban standar dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$DF = \left[ \frac{P}{8,16} \right]^4, \quad \text{untuk sumbu tunggal} \quad (2.1)$$

$$DF = 0,086 \left[ \frac{P}{8,16} \right]^4, \quad \text{untuk sumbu ganda} \quad (2.2)$$

dengan :

P = Beban sumbu

DF = Faktor daya rusak kendaraan (*Damage factor*) atau sering disebut dengan faktor ekivalensi

Persamaan tersebut diatas menunjukkan bahwa daya rusak suatu beban as meningkat secara eksponensial apabila beban ditambah, sehingga apabila suatu beban as tunggal dinaikkan dari 8.160 kg menjadi 16.320 kg (kurang lebih 2 kalinya) maka kerusakan pada jalan yang akan terjadi adalah menjadi 16 kalinya. Dengan adanya pertambahan volume beban lalu lintas yang eksponensial tersebut maka akan mempercepat terjadinya kerusakan dan umur rencana dari perkerasan tidak akan tercapai.

#### b. Faktor Non Lalu Lintas

Faktor non lalu lintas yang dapat menyebabkan terjadinya kerusakan jalan meliputi bahan perkerasan, pelaksanaan pekerjaan, dan lingkungan (cuaca).

Terjadinya kerusakan akibat faktor-faktor non lalu lintas ini dapat disebabkan oleh:

- Kekuatan tanah dasar dan material perkerasan
- Pemadatan tanah dasar dan lapis perkerasan
- Faktor pengembangan dan penyusutan tanah dasar
- Kedalaman muka air tanah
- Curah hujan
- Variasi temperatur sepanjang tahun
- Kualitas pelaksanaan pekerjaan

## 2.5 Manajemen Preservasi Jalan

Manajemen Aset menurut *Federal Highway Administration* (FHA) (1996) didefinisikan sebagai berikut : “A systematic process of maintaining, upgrading,



*and operating physical assets cost-effectively. It combines engineering principles with sound business practices and economic theory, and it provides tools to facilitate a more organized, logical approach to decision making”.*

Dalam kaitan aset infrastruktur kebinamargaan, yaitu jalan dan jembatan, maka manajemen pemeliharaan aset merupakan strategi penanganan yang harus dilakukan untuk mengelola pemeliharaan jalan dan jembatan di Indonesia. Dari berbagai pengalaman pemeliharaan yang telah dilalui selama puluhan tahun yang lalu, maka Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian PU telah menetapkan kebijakan penerapan Manajemen Preservasi Jalan, yaitu berupa kegiatan yang lebih mengutamakan pada pengurangan laju kerusakan aset (jalan dan jembatan) sehingga keutuhan dan keawetan fungsi aset dapat dipertahankan selama umur rencana.

Preservasi jalan menurut definisi dari FHA adalah : *“The sum of all activities undertaken to provide, maintain, and extend the life of roadways. This includes corrective, routine, and preventive maintenance to keep the roadways in a safe and usable condition, and delay the need for rehabilitation”.* Dengan demikian kegiatan preservasi lebih memfokuskan pada kegiatan pemeliharaan rutin dan pemeliharaan preventive sehingga umur layanan jalan dapat dipertahankan sampai umur rencana. Dengan kata lain, konsep manajemen preservasi bertujuan untuk mempertahankan kondisi jalan tetap mantap. Untuk itu sebelum terjadi penurunan kondisi jalan, maka kerusakan-kerusakan kecil yang terjadi harus segera ditangani agar tidak terlanjur berkembang menjadi kerusakan yang lebih parah, sehingga membutuhkan bentuk penanganan yang lebih besar. Dari pengalaman negara-negara yang telah melaksanakan strategi preservasi jalan, dinyatakan bahwa dengan melakukan investasi 1 \$ untuk pencegahan, akan dapat dihemat dana sebesar \$ 6 – 10 dibanding dengan menunggu penanganan rehabilitasi atau rekonstruksi sesuai dengan umur pelayanan dalam desain yang telah ditetapkan. Kebijakan mengutamakan pemeliharaan (*preservasi*) jalan tersebut merupakan amanah ketentuan perundang-undangan Republik Indonesia sebagaimana tercantum dalam UU RI nomor 38 tahun 2004 dan PP nomor 34 tahun 2006. Dalam melaksanakan konsep manajemen preservasi, Direktorat Jenderal Bina Marga (2005) membagi dalam 2 program, yaitu :



a. Pemeliharaan.

Merupakan program untuk menjaga supaya kondisi jalan selalu dalam kondisi baik. Program ini meliputi kegiatan-kegiatan :

- 1) Pemeliharaan Rutin.
- 2) Pemeliharaan Preventive atau Berkala.
- 3) Pemeliharaan Tanggap Darurat.

b. Rehabilitasi dan Rekonstruksi.

Merupakan kegiatan untuk meningkatkan kekuatan struktur perkerasan.

Program ini meliputi kegiatan-kegiatan :

- 1) *Medium repair*.
- 2) Overlay setempat-setempat.
- 3) Rekondisi dan Rekonstruksi

Bentuk-bentuk kegiatan tersebut menangani jenis-jenis kerusakan jalan/jembatan sebagaimana daftar tabel di bawah ini

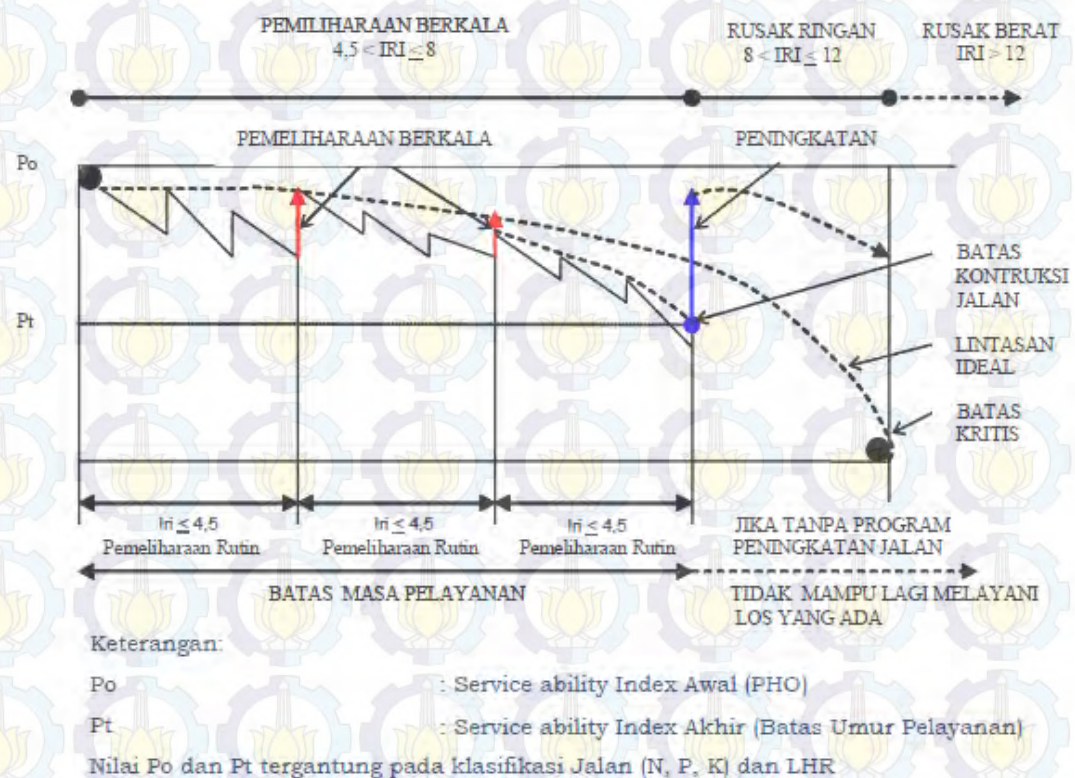
Tabel 2.4 Jenis program penanganan/kegiatan

Program Kegiatan		Jenis Kegiatan
<b>1</b>	<b>Preservasi</b>	
	<b>a. Program Pemeliharaan</b>	
	1. Pemeliharaan Jalan / rutin	Penutupan retak-retak, pembersihan drainase/gorong gorong, pembersihan rumija dan bahu jalan, pemeliharaan rambu lalu lintas
	2. Rehabilitasi / berkala jalan	Pekerjaan patching setempat, perbaikan bahu jalan, perbaikan drainase / perbaikan gorong gorong dan pelapisan ulang, perbaikan marka jalan dan rambu lalu lintas
	<b>b. Program Peningkatan</b>	
	1. Rekonstruksi / Peningkatan Struktur	Perbaikan aggregate sub/base, pekerjaan patching, pekerjaan pengaspalan, pekerjaan rekonstruksi setempat, perbaikan bahu jalan, perbaikan drainase /gorong gorong, perbaikan marka jalan dan rambu lalu lintas termasuk peningkatan struktur layanan konstruksi jalan
<b>2</b>	<b>Pembangunan</b>	
	<b>a. Program Peningkatan Kapasitas Jalan</b>	
	1. Pelebaran Jalan menjadi standard	Pelebaran jalan dari < 5.5 m ke 6 m termasuk pekerjaan patching dan pelapisan ulang pada lapis permukaan aspal existing, perbaikan bahu jalan, perbaikan drainase/gorong gorong, perbaikan marka jalan dan rambu lalu lintas. Dan perbaikan geometrik jalan
	2. Pelebaran Jalan menjadi jalan raya ( 4 lajur )	Pelebaran jalan dari 6 m ke 7.0 m dan dari 7.0 m ke 2 x 7.0 m, termasuk pekerjaan patching dan pelapisan ulang pada lapis permukaan aspal existing, perbaikan bahu jalan, perbaikan drainase/gorong gorong, perbaikan marka jalan dan rambu lalu lintas dan perbaikan geometrik jalan.
	3. Pembangunan alternatif jalan baru ( jalan lingkar/ by pass )	Pembuatan jalan baru sebagai jalan alternatif yang umumnya pada perkotaan karena kapasitas jalan tidak memenuhi syarat lagi
	<b>b. Program Pembangunan Jalan</b>	
	1. Pembangunan Jalan Baru	Pembuatan jalan baru dengan standar geometrik jalan terpenuhi dan atau pekerjaan pengaspalan dari jalan tanah/kerikil ke jalan aspal termasuk perbaikan geometrik jalan.

Sumber : Dirjen Bina Marga, 2005



Pemeliharaan rutin dan penanganan yang tepat pada waktunya merupakan hal yang menentukan dalam mempertahankan kinerja pelayanan jalan dengan biaya yang seminimal mungkin. Keterlambatan dalam penanganan jalan akan berakibat bertambahnya biaya yang diperlukan. Pemeliharaan jalan yang baik dan berkesinambungan akan dapat memperpanjang umur pelayanan jalan karena dapat menunda kerusakan jalan seperti terlihat dalam siklus kondisi jalan yang ditunjukkan Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Hubungan antara kondisi, umur dan jenis penanganan jalan (Dirjen Bina Marga, 1992)

## 2.6 Kinerja Perkerasan Jalan

Kinerja perkerasan yang meliputi keamanan/kekuatan perkerasan (*structural pavement*), maupun fungsi (*functional performance*) dinyatakan dengan Indeks Permukaan (IP) atau *Present Serviceability Index* (PSI) dan Indeks Kondisi Jalan (*Road Condition Index* = RCI).

### 2.6.1 *Present Serviceability Index*

Kekasaran permukaan ditandai oleh Indeks Permukaan yang didasarkan pada profil permukaan yang diukur. Indeks Permukaan (IP) atau *Present*



*Serviceability Index* (PSI) dikenalkan oleh AASHTO berdasarkan pengamatan kondisi jalan meliputi kerusakan- kerusakan seperti retak-retak, alur, lubang, lendutan pada lajur roda, kekasaran permukaan dan sebagainya yang terjadi selama umur pelayanan. Nilai Indeks Permukaan (IP) bervariasi dari 0-5 seperti dikutip oleh Silvia Sukirman (1999). Jalan dengan lapis beton aspal yang baru dibuka untuk umum merupakan contoh jalan dengan nilai IP =4,2.

Indeks Permukaan mempunyai hubungan dengan *International Roughness Index* (IRI, dalam m/km). Model ini dikembangkan oleh Dujisin dan Arroyo tahun 1995 (NCHRP, 2001). PSR adalah *Present Serviceability Rating*, modelnya dikembangkan oleh Paterson (1987), Al-Omari dan Darter (1994), dan Gulen dkk (1994), IP dinyatakan sebagai fungsi dari IRI dengan rumus :

1. Untuk perkerasan jalan beraspal :

$$PSI = 5 - 0,2937 X^4 + 1,1771 X^3 - 1,4045 X^2 - 1,5803 X \quad (2.3)$$

2. Untuk perkerasan jalan dengan beton/semen :

$$PSI = 5 + 0,6046 X^3 - 2,2217 X^2 - 0,0434 X \quad (2.4)$$

dengan :

$$X = \text{Log} (1 + SV) \quad SV = 2,2704 \text{ IRI}^2$$

SV = Slope variance (106 x population of variance of slopes at 1-ft intervals)

PSI = *Present Serviceability Index*

IRI = *International Roughness Index*, m/km

Nilai PSI bervariasi dari angka 0-5, masing-masing angka menunjukkan kinerja fungsional perkerasan, sebagai berikut :

Tabel 2.5 Indeks Permukaan

No	PSI	Kinerja Perkerasan
1	4-5	Sangat baik
2	3-4	Baik
3	2-3	Cukup
4	1-2	Kurang
5	0-1	Sangat kurang

Sumber : Sukirman, 2010



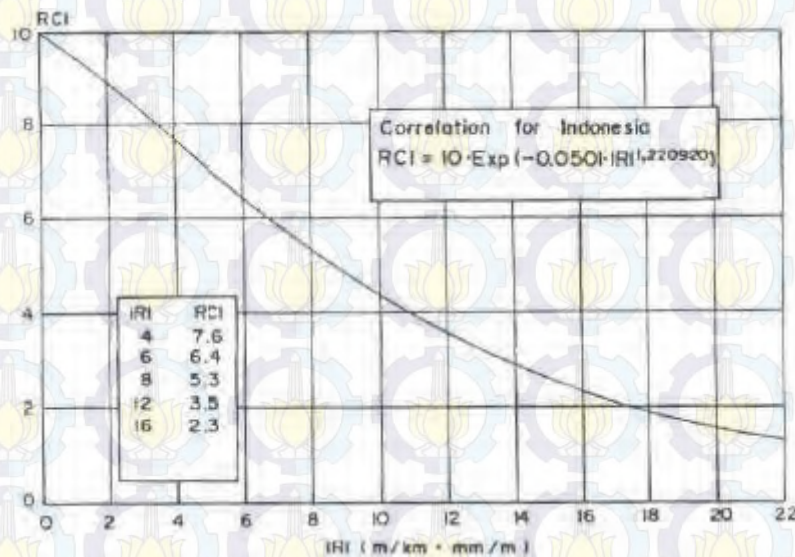
Pada saat perkerasan dibuka struktur perkerasan mempunyai nilai PSI besar yang berarti nilai kerataan masih baik dan kerusakan belum terjadi. Besarnya nilai PSI ini akan menurun seiring dengan terjadinya kerusakan akibat beban kendaraan.

### 2.6.2 International Roughness Index (IRI) dan Road Condition Index (RCI)

IRI adalah parameter kekasaran yang dihitung dari jumlah kumulatif naik turunnya permukaan arah profil memanjang dibagi dengan jarak / panjang permukaan yang diukur (Sukirman, 2010).

Indikator kinerja fungsional jalan lainnya yaitu *Road Condition Index* (RCI). *Road Condition Index* (RCI) adalah skala tingkat kenyamanan atau kinerja jalan yang dapat diperoleh dengan alat *roughometer* maupun secara visual. Dari alat *roughometer* dapat diperoleh nilai *International Roughness Index* (IRI), yang kemudian dikonversi untuk mendapat nilai RCI. Sukirman (2010) menggambarkan korelasi antara RCI dengan IRI diformulasikan baik dinyatakan dalam persamaan dibawah :

$$RCI = 10 \times \text{Exp}(-0,0501 \times IRI^{1,220920}) \quad (2.5)$$



Gambar 2.4 Korelasi antara Nilai IRI dan Nilai RCI  
(Sukirman, 2010)

Dari grafik maupun persamaan hubungan antara nilai IRI dengan RCI dapat diketahui kondisi permukaan secara visual. Tabel 2.6 menjelaskan hubungan antara nilai IRI dengan RCI berdasarkan kondisi permukaan jalan secara visual.



Tabel 2.6 Kondisi permukaan secara visual dan nilai RCI

RCI	Kondisi Permukaan Jalan Secara Visual
8 - 10	Sangat rata dan teratur
7 - 8	Sangat baik, umumnya rata
6 - 7	Baik
5 - 6	Cukup, sedikit sekali atau tidak ada lubang , tetapi permukaan jalan tidak rata
4 - 5	Jelek, kadang-kadang ada lubang, permukaan jalan tidak rata
3 - 4	Rusak, bergelombang, banyak lubang
2 - 3	Rusak berat, banyak lubang, dan seluruh daerah perkerasan hancur
1 - 2	Tidak dapat dilalui, kecuali dengan Jeep

Sumber : Sukirman, 2010

Untuk penilaian kondisi jalan beraspal berdasarkan nilai IRI dijelaskan oleh tabel 2.7 dibawah ini :

Tabel 2.7 Penilaian kondisi jalan beraspal berdasarkan nilai IRI

Kondisi Jalan	IRI, SDI, Kecepatan	Penampakan Permukaan Aspal
Baik	$IRI < 4$ $SDI < 50$ $V > 80$ km/jam	Permukaan hitam, tidak ada retak dan lubang, depresi sangat jarang
Sedang	$4 < IRI < 8$ $50 < SDI < 100$ $V = 40-80$ km/jam	Terlihat sedikit lubang dan dangkal serta bekas tambalan. Mulai timbul retak dan ketidak rataan ( <i>corrugation and undulations</i> )
Rusak Ringan	$8 < IRI < 12$ $100 < SDI < 250$ $V = 30-40$ km/jam	Permukaan abu-abu, timbul retak yang cukup luas, banyak lubang, depresi cukup luas
Rusak Berat	$IRI > 12$ $SDI > 250$ $V < 30$ km/jam	Permukaan terlihat aus/tua, timbul retak buaya, banyak lubang dan dalam, deormasi dan disintegrasi yang luas dan signifikan

Sumber : Sukirman, 2010



## 2.7 Perencanaan Tebal Perkerasan Dengan Metode AASHTO 1993

Salah satu metoda perencanaan untuk tebal perkerasan jalan yang sering digunakan adalah metoda AASHTO'93. Metoda ini sudah dipakai secara umum di seluruh dunia untuk perencanaan serta di adopsi sebagai standar perencanaan di berbagai negara. Metoda AASHTO'93 ini pada dasarnya adalah metoda perencanaan yang didasarkan pada metoda empiris. Parameter yang dibutuhkan pada perencanaan menggunakan metoda AASHTO'93 ini antara lain adalah

### 2.7.1 *Structural Number (SN)*

*Structural Number (SN)* adalah indeks yang diturunkan dari analisis lalu lintas, kondisi tanah dasar, dan lingkungan yang dapat dikonversi menjadi tebal lapisan perkerasan dengan menggunakan koefisien relatif yang sesuai untuk tiap-tiap jenis material masing-masing lapis struktur perkerasan (AASHTO, 1993).

AASHTO (1993) menggunakan persamaan dibawah untuk menghitung nilai *structural number* (SN) dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3 \quad (2.6)$$

dengan :

SN = nilai *structural number*

$a_1, a_2, a_3$  = koefisien relatif masing-masing lapisan

$D_1, D_2, D_3$  = tebal masing-masing lapisan perkerasan

$m_1, m_2, m_3$  = koefisien drainase masing-masing lapisan

Pada pemodelan prediksi HDM-4 (2001), nilai *structural number* (SN) yang dipakai untuk memprediksi kerusakan jalan merupakan *modified structural number* (SNC) yaitu *structural number* yang dimodifikasi dengan adanya penambahan *structural number* dari sub-grade, yang merupakan fungsi dari CBR sub-grade. Berikut adalah persamaan *structural number modified* (SNC):

$$SNC = SN + SNSG \quad (2.7)$$

dimana

$$SNSG = 3,51 (\log_{10} CBR) - 0,85 (\log_{10} CBR)^2 - 1,43 \quad (2.8)$$

dengan :

SNC = *modified structural number*



SN = *structural number* (AASHTO)

CBR = *California Bearing Ratio* (CBR)(%)

Nilai koefisien kekuatan relatif bahan-bahan yang digunakan sebagai lapis permukaan, lapis pondasi atas dan lapis pondasi bawah diberikan dalam tabel 2.8 berikut :

Tabel 2.8 Nilai koefisien kekuatan relatif masing-masing bahan

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>	MS (Kg)	Kt (Kg/cm <sup>2</sup> )	CBR (%)	
0,4			744			LASTON
0,35			590			
0,32			454			
0,30			340			
0,35			744			LABUSTAG
0,31			590			
0,28			454			
0,26			340			
0,30			340			HRA Aspal Makadam LAPEN Mekanis LAPEN Manual
0,26			340			
0,25						
0,20						
	0,28		590			LASTON ATAS
	0,26		454			
	0,24		340			
	0,23					LAPEN MEKANIS LAPEN MANUAL
	0,19					
	0,15			22		Stabilitas tanah dengan semen
	0,13			18		
	0,15			22		Stabilitas tanah dengan kapur
	0,13			18		
	0,14				100	Batu pecah kelas A
	0,13				80	Batu pecah kelas B
	0,12				60	Batu pecah kelas C
		0,13			70	Sirtu kelas A
		0,12			50	Sirtu kelas B
		0,11			30	Sirtu kelas C
		0,10			20	Tanah lempung/kepasiran

Sumber : Sukirman, 2010

Walaupun nilai structural number (SN) pada perkerasan sama, bukan berarti perlakuan atau kinerja perkerasan juga sama. Kinerja perkerasan, dalam hal ini



retak (*crack*) dan alur (*rut*) yang terjadi juga tergantung pada jenis-jenis lapisan perkerasan yang ada.

Apabila nilai tebal masing-masing lapis perkerasan belum diketahui, AASHTO (1993) memberikan persamaan berikut untuk menentukan nilai *Structural Number*, yaitu :

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_0 + 9,36 \times \log(SN + 1) - 0,20 + \frac{\log \left[ \frac{\Delta PSI}{4,2 - 1,5} \right]}{0,40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5,19}}} + 2,32 \times \log(M_R) - 8,07 \quad (2.9)$$

dengan :

$W_{18}$  = kumulatif beban gandar standar

$Z_R$  = *Standar Normal Deviate*

$S_0$  = *Combined Standard Error* dari prediksi lalu lintas dan kinerja

$SN$  = *Structural Number*

$\Delta PSI$  = Perbedaan *Serviceability Index* di awal dan akhir umur rencana

$Mr$  = Modulus Resilien (psi)

### 2.7.2 *Structural Conditon Index (SCI)*

Perhitungan nilai SCI digunakan untuk mengevaluasi kondisi struktur perkerasan jalan yang berfungsi untuk menentukan apakah penguatan struktur terhadap ruas jalan tersebut sudah perlu dilakukan atau tidak. Adapun langkah perhitungannya, antara lain :

#### 1. Tentukan *Structural Number Original* ( $SN_o$ )

*Structural Number Original* ( $SN_o$ ) dihitung berdasarkan kekuatan relatif bahan, tebal lapis perkerasan yang terpasang dengan menggunakan persamaan 2.6 sebelumnya.

#### 2. Tentukan *Structural Number Effektif* ( $SN_{eff}$ )

##### a. Analisa Lalu lintas

- Hitung Kumulatif ESAL pada saat ini atau *Past Cumulative 18-kip ESAL in Design Lane* ( $N_p$ )

$$N_p = \sum LHR \times E \times D_D \times D_L \quad (2.10)$$

dengan :

$LHR$  = Lintas Harian Rata-rata



E = Ekvivalen Faktor

$D_D$  = Faktor Distribusi Arah

$D_L$  = Faktor Distribusi Lajur

- Hitung Kumulatif ESAL pada akhir umur rencana atau *Future Cumulative 18-kip ESAL in Design Lane over the Design Period* ( $N_f$ )

$$N_f = \sum LHR \times E \times D_D \times D_L \times TGF \quad (2.11)$$

dengan :

TGF = Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

b. Hitung Umur Sisa

Untuk menentukan umur sisa terlebih dahulu hitung jumlah lalu lintas aktual ( $N_p$ ) dan jumlah lalu lintas pada akhir umur rencana ( $N_{1.5}$ ) dimana kedua jumlah lalu lintas ini dinyatakan dalam 18-Kips ESAL. Nilai umur sisa dinyatakan dalam persentase dari jumlah lalu lintas pada saat terjadi kerusakan. Persamaan yang digunakan untuk menghitung umur sisa atau *Remaining Life* sebagai berikut :

$$RL = 100 \left[ 1 - \left( \frac{N_p}{N_{1.5}} \right) \right] \quad (2.12)$$

dengan :

RL = *Remaining Life* atau Umur Sisa (%)

$N_p$  = jumlah lalu lintas aktual

$N_{1.5}$  = jumlah lalu lintas akhir umur rencana

Untuk jalan arteri nilai  $N_{1.5}$  digunakan  $N_{2.5}$  dimana  $I_{Pt} = 2.5$  adalah perkerasan pada kondisi kritis.

Setelah menentukan umur sisa, maka dengan menggunakan gambar 2.5 untuk mendapatkan nilai faktor kondisi (CF), sehingga dapat menentukan kapasitas struktur yang ada saat ini dengan persamaan :

$$SN_{eff} = CF \times SN_0 \quad (2.13)$$

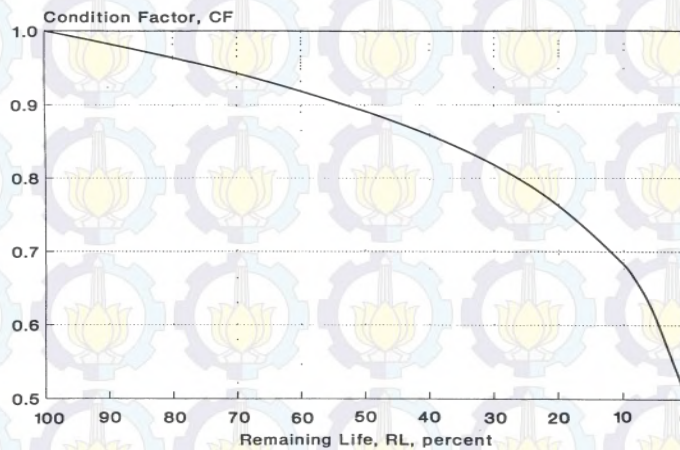
dengan :

$SN_{eff}$  = Kapasitas Struktur pada saat ini

CF = Faktor Kondisi (CF min = 0,5)

$SN_0$  = Kapasitas ktruktur awal rencana





Gambar 2.5 Hubungan faktor kondisi dengan umur sisa (AASHTO, 1993)

3. Tentukan *Structural Number in Future* ( $SN_f$ )

Untuk menentukan *struktural number in future* dapat di tentukan dengan menggunakan nomogram dan grafik atau dengan menggunakan persamaan 2.9 dengan *trial and error* hingga didapat nilai  $W_{18}$  sama dengan nilai *future design ESALs* ( $N_f$ )

4. Menghitung *Structural Conditon Index* (SCI)

Perhitungan nilai *Structural Conditon Index* (SCI) menggunakan persamaan :

$$SCI = SN_{eff} / SN_f \quad (2.14)$$

Apabila nilai  $SCI < 1$ , maka kondisi struktur perkerasan memerlukan penguatan struktur perkerasan berupa penambahan tebal lapis perkerasan (*overlay*).

### 2.7.3 Fungsi Drainase

Variabilitas data kondisi jalan mungkin timbul dari variabilitas iklim di kondisi, kondisi tanah, kendaraan pengguna, dan fungsi drainase. Begitu juga dalam memprediksi perkembangan kerusakan jalan, faktor drainase jalan turut memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kesesuaian hasil prediksi. Untuk mengakomodasi fungsi drainase jalan, HDM-4 telah mengakomodasi kualitas sistem drainase perkerasan jalan agar prediksi yang dihasilkan akurat dan menggambarkan kondisi jalan yang sebenarnya. Tabel 2.9 memperlihatkan definisi umum mengenai kualitas drainase perkerasan jalan.



Tabel 2.9 Defenisi kualitas drainase jalan

No.	Kualitas Drainase	Air hilang dalam
1	Baik sekali	2 jam
2	Baik	1 hari
3	Sedang	1 minggu
4	Jelek	1 bulan
5	Jelek sekali	Air tidak akan mengalir

Sumber : SNI 2002 Pt T-01-2002-B

Kualitas drainase pada perkerasan lentur diperhitungkan dalam perencanaan dengan menggunakan koefisien kekuatan relatif yang dimodifikasi. Faktor untuk memodifikasi koefisien kekuatan relatif ini adalah koefisien drainase (m) dan disertakan ke dalam persamaan Indeks Tebal Perkerasan (ITP) bersama-sama dengan koefisien kekuatan relatif (a) dan ketebalan (D). Tabel 2.10 memperlihatkan nilai koefisien drainase (m) yang merupakan fungsi dari kualitas drainase dan persen waktu selama setahun struktur perkerasan akan dipengaruhi oleh kadar air yang mendekati jenuh.

Tabel 2.10 Koefisien drainase jalan (m)

Kualitas Drainase	Persen waktu struktur perkerasan dipengaruhi oleh kadar air yang mendekati jenuh			
	< 1%	1 – 5%	5 -25%	>25%
Baik sekali	1,40 – 1,30	1,35 – 1,30	1,30 – 1,20	1,20
Baik	1,35 – 1,25	1,25 – 1,15	1,15 – 1,00	1,00
Sedang	1,25 – 1,15	1,15 – 1,05	1,00 – 0,80	0,80
Jelek	1,15 – 1,05	1,05 – 0,80	0,80 – 0,60	0,60
Jelek sekali	1,05 – 0,95	0,08 – 0,75	0,60 – 0,40	0,40

Sumber : SNI 2002 Pt T-01-2002-B

## 2.8 Perhitungan Lalu Lintas

Perhitungan lalu lintas dalam penelitian ini menggunakan kaidah-kaidah perhitungan yang diterbitkan oleh Departemen Pekerjaan Umum pada tahun 2005. Perhitungan tersebut dilakukan sebagai dasar dalam menghitung beban lalu lintas yang saat ini bekerja pada ruas jalan lokasi penelitian.

### 2.8.1 Jumlah lajur dan Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Lajur rencana merupakan salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan, yang menampung lalu-lintas terbesar. Jika jalan tidak memiliki tanda batas lajur, maka jumlah lajur ditentukan dari lebar perkerasan sesuai tabel 2.11.



Tabel 2.11 Jumlah lajur berdasarkan lebar perkerasan

Lebar Perkerasan (L)	Jumlah Lajur
$L < 4,50 \text{ m}$	1
$4,50 \text{ m} \leq L < 8,00 \text{ m}$	2
$8,00 \text{ m} \leq L < 11,25 \text{ m}$	3
$11,25 \text{ m} \leq L < 15 \text{ m}$	4
$15 \text{ m} \leq L < 18,75 \text{ m}$	5
$18,75 \text{ m} \leq L < 22,50 \text{ m}$	6

Sumber : Pd T – 05-2005-B

Koefisien distribusi kendaraan (C) untuk kendaraan ringan dan berat yang lewat pada lajur rencana ditentukan sesuai tabel 2.12.

Tabel 2.12 Koefisien distribusi kendaraan (C)

Jumlah Lajur	Kendaraan Ringan *		Kendaraan Berat **	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1	1,00	1,00	1,00	1,00
2	0,60	0,50	0,70	0,50
3	0,40	0,40	0,50	0,475
4	-	0,30	-	0,45
5	-	0,25	-	0,425
6	-	0,20	-	0,40

Sumber : Pd T – 05-2005-B

Keterangan : \*) Mobil Penumpang

\*\*) Truk dan Bus

## 2.8.2 Faktor Umur Rencana dan Perkembangan Lalu Lintas

Faktor hubungan umur rencana dan perkembangan lalu lintas ditentukan menurut persamaan 2.9 atau tabel 2.13 dibawah ini.

$$N = \frac{1}{2} \left[ 1 + (1 + r)^n + 2(1 + r) \frac{(1+r)^n - 1}{r} \right] \quad (2.15)$$

dengan :

r = angka pertumbuhan lalu lintas (%)

n = umur rencana (tahun)



Tabel 2.13 Faktor hubungan antara umur rencana dengan perkembangan lalu lintas (N)

r (%) n (tahun)	2	4	5	6	8	10
1	1,01	1,02	1,03	1,03	1,04	1,05
2	2,04	2,08	2,10	2,12	2,16	2,21
3	3,09	3,18	3,23	3,28	3,38	3,48
4	4,16	4,33	4,42	4,51	4,69	4,87
5	5,26	5,52	5,66	5,81	6,10	6,41
6	6,37	6,77	6,97	7,18	7,63	8,10
7	7,51	8,06	8,35	8,65	9,28	9,96
8	8,67	9,40	9,79	10,19	11,06	12,01
9	9,85	10,79	11,30	11,84	12,99	14,26
10	11,06	12,25	12,89	13,58	15,07	16,73
11	12,29	13,76	14,56	15,42	17,31	19,46
12	13,55	15,33	16,32	17,38	19,74	22,45
13	14,83	16,96	18,16	19,45	22,36	25,75
14	16,13	18,66	20,09	21,65	25,18	29,37
15	17,47	20,42	22,12	23,97	28,24	33,36
20	24,54	30,37	33,89	37,89	47,59	60,14
25	32,35	42,48	48,92	56,51	76,03	103,26
30	40,97	57,21	68,10	81,43	117,81	172,72

Sumber : Pd T – 05-2005-B

### 2.8.3 Akumulasi Ekuivalen Beban Sumbu Standar (CESA)

Dalam menentukan akumulasi beban sumbu lalu lintas (CESA) selama umur rencana ditentukan dengan persamaan 2.16

$$CESA = \sum_{Traktor - Trailer}^{MP} m \times 365 \times E \times C \times N \quad (2.16)$$

dengan :

CESA = akumulasi beban sumbu standar

m = jumlah masing-masing jenis kendaraan

365 = jumlah hari dalam satu tahun

E = ekuivalen beban sumbu

C = koefisien distribusi kendaraan

N = faktor hubungan umur rencana yang sudah disesuaikan dengan Perkembangan lalu lintas

### 2.8.4 Lendutan

Lendutan yang digunakan dalam perhitungan ini adalah lendutan hasil pengujian dengan alat *Falling Weight Deflectometer (FWD)*. Lendutan yang



digunakan adalah lendutan pada pusat beban ( $d_{fl}$ ). Nilai lendutan ini harus dikoreksi dengan faktor muka air tanah (faktor musim) dan koreksi temperatur serta faktor koreksi beban uji (bila beban uji tidak tepat sebesar 4,08 ton). Besarnya lendutan langsung adalah sesuai persamaan 2.17.

$$d_L = d_{fl} \times Ft \times Ca \times FK_{B-FWD} \quad (2.17)$$

dengan :

$d_L$  = lendutan langsung (mm)

$d_{fl}$  = lendutan langsung pada pusat beban (mm)

$Ft$  = faktor penyesuaian lendutan terhadap temperatur standar

$Ca$  = faktor pengaruh muka air tanah (faktor musim)

= 1,2 ; bila pemeriksaan dilakukan pada musim kemarau

= 0,9 ; bila pemeriksaan dilakukan pada musim hujan

$FK_{B-FWD}$  = faktor koreksi beban uji FWD

=  $4,08 \times (\text{Beban uji dalam ton})^{(-1)}$

#### 2.8.4.1 Keseragaman Lendutan

Perhitungan tebal lapis tambah dapat dilakukan pada setiap titik pengujian atau berdasarkan panjang segmen (seksi). Apabila berdasarkan panjang seksi maka cara menentukan panjang seksi jalan harus dipertimbangkan terhadap keseragaman lendutan. Keseragaman yang dipandang sangat baik mempunyai rentang faktor keseragaman antara 0 sampai dengan 10, antara 11 sampai dengan 20 keseragaman baik dan antara 21 sampai dengan 30 keseragaman cukup baik. Untuk menentukan faktor keseragaman lendutan adalah dengan menggunakan persamaan 2.18 sebagai berikut:

$$FK = \frac{s}{d_R} \times 100\% < FK \text{ ijin} \quad (2.18)$$

dengan :

$FK$  = faktor keseragaman

$FK \text{ ijin}$  = faktor keseragaman yang diijinkan

= 0% - 10% ; keseragaman sangat baik

= 11% - 20% ; keseragaman baik

= 21% - 30% ; keseragaman cukup baik

$d_R$  = lendutan rata-rata pada suatu seksi jalan



$$\bar{d} = \frac{\sum_1^{n_s} d}{n_s} \quad (2.19)$$

$s$  = deviasi standar

$$s = \sqrt{\frac{n_s(\sum_1^{n_s} d^2) - (\sum_1^{n_s} d)^2}{n_s(n_s-1)}} \quad (2.20)$$

$d$  = nilai lendutan langsung ( $d_L$ ) tiap titik pemeriksaan pada suatu seksi jalan

$n_s$  = jumlah titik pemeriksaan pada suatu seksi jalan

#### 2.8.4.2 Lendutan Wakil

Untuk menentukan besarnya lendutan yang mewakili suatu sub ruas/seksi jalan, digunakan persamaan 2.21, 2.22 dan 2.23 yang disesuaikan dengan fungsi/kelas jalan, yaitu:

$$D_{\text{wakil}} = d_R + 2s; \text{ untuk jalan arteri/tol (tingkat kepercayaan 98\%)} \quad (2.21)$$

$$D_{\text{wakil}} = d_R + 1,64s; \text{ untuk jalan kolektor (tingkat kepercayaan 95\%)} \quad (2.22)$$

$$D_{\text{wakil}} = d_R + 1,28s; \text{ untuk jalan local (tingkat kepercayaan 90\%)} \quad (2.23)$$

dengan :

$D_{\text{wakil}}$  = lendutan yang mewakili suatu seksi jalan

$d_R$  = lendutan rata-rata pada suatu seksi jalan

$s$  = deviasi standar

#### 2.8.4.3 Faktor Koreksi Tebal Lapis Tambah

Tebal lapis tambah/overlay yang diperoleh adalah berdasarkan temperatur standar 35°C, maka untuk masing-masing daerah perlu dikoreksi karena memiliki temperatur perkerasan rata-rata tahunan (TPRT) yang berbeda. Data temperatur perkerasan rata-rata tahunan untuk setiap daerah atau kota ditunjukkan pada Lampiran A, sedangkan faktor koreksi tebal lapis tambah/overlay ( $F_o$ ) dapat diperoleh dengan persamaan 2.24.

$$F_o = 0,5032 \times EXP^{(0,0194 \times TPRT)} \quad (2.24)$$

dengan :

$F_o$  = faktor koreksi tebal lapis tambah

TPRT = temperatur perkerasan rata-rata tahunan untuk daerah/kota tertentu



## 2.9 Teori HDM-4

### 2.9.1 Metode HDM-4

HDM (*Highway Deveopment and Management*) merupakan suatu program aplikasi komputer yang dikembangkan oleh World Bank (1968) yang digunakan sebagai alat bantu untuk melakukan analisa dalam kegiatan pengelolaan dan pembangunan pada suatu jaringan jalan.

Pienaar et al, 2000, *The Highway Design and Maintenance Standards Model (HDM-III)*, dikembangkan oleh Bank Dunia, telah digunakan secara luas untuk evaluasi ekonomi dari proyek jalan selama periode sekitar 15 tahun. Seiring waktu dan perkembangan teknis dan komputer maka perlu meng-*upgrade* HDM-III agar dapat menganalisa kondisi jalan untuk berbagai kondisi dan lingkungan termasuk untuk analisis ekonomi secara langsung. Pengembangan dan *Manajemen Tools* (HDM-4) dirilis di awal tahun 2000 sebagai akibat dari sebagai proses peningkatan dan perluasan HDM-III.

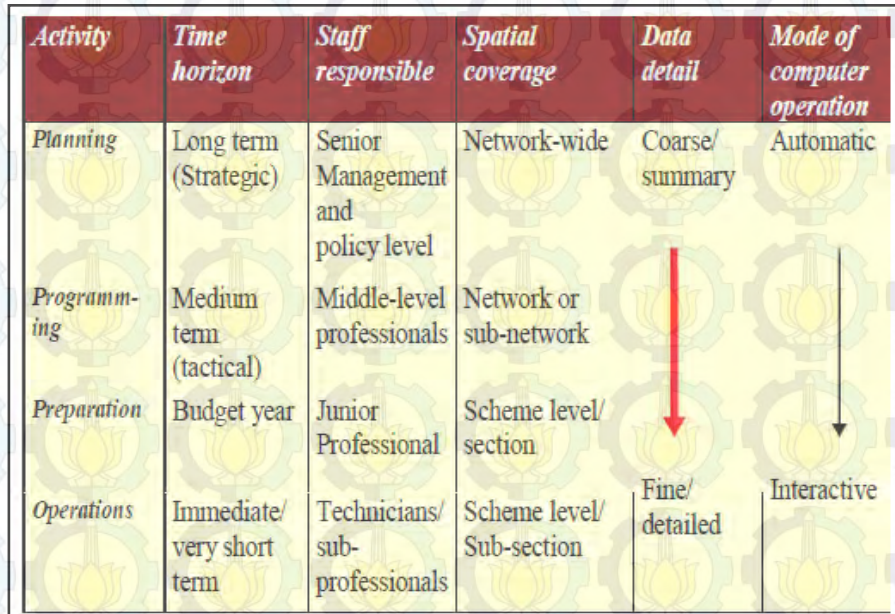
Untuk memperluas lingkup model dari program HDM yang terdahulu, Bank Dunia melalui proyek *International Study of Highway Development and Management (ISOHDM)* telah melakukan penelitian dan pengembangan model program HDM-III agar analisa yang dihasilkan program HDM dapat memberikan sistem harmonisasi pendekatan pengelolaan jalan, dengan beradaptasi sebagai *userfriendly software*. Penelitian international ini telah menghasilkan suatu model pengembangan jalan yang merupakan teknik baru analisis ekonomi yang dikenal sebagai HDM-4.

Odoki dan Kerali (2000) menyimpulkan beberapa tujuan yang didapatkan dengan menggunakan bantuan program ini, yaitu :

- Standarisasi dalam kegiatan analisa ekonomi dan analisa teknis dari suatu pembiayaan jalan (*road expenditure*)
- Rasionalisasi pada tahapan kegiatan *planning, programming, budget appraisal* dan formulasi kebijakan
- Memanfaatkan kemajuan teknologi IT dalam kegiatan pengelolaan jalan

Proses yang dilakukan pada HDM ini mencakup untuk analisa-analisa pada kegiatan-kegiatan *Planning, Programming, Preparation dan Operation* seperti yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini.





<i>Activity</i>	<i>Time horizon</i>	<i>Staff responsible</i>	<i>Spatial coverage</i>	<i>Data detail</i>	<i>Mode of computer operation</i>
<i>Planning</i>	Long term (Strategic)	Senior Management and policy level	Network-wide	Coarse/summary	Automatic
<i>Programming</i>	Medium term (tactical)	Middle-level professionals	Network or sub-network		
<i>Preparation</i>	Budget year	Junior Professional	Scheme level/section		
<i>Operations</i>	Immediate/very short term	Technicians/sub-professionals	Scheme level/ Sub-section	Fine/detailed	Interactive

Gambar 2.6 Siklus manajemen pada HDM-4  
(Odoki & Kerali, 2000)

a. *Planning*/Perencanaan

Perencanaan melibatkan sistem analisis jalan secara keseluruhan, membutuhkan persiapan jangka menengah dan strategis, memperkirakan pengeluaran untuk pembangunan jalan dan anggaran pemeliharaan dalam berbagai skenario ekonomi. Prediksi dibuat pada kondisi jaringan jalan dengan variabel pendanaan dan perkiraan pengeluaran yang diperlukan di bawah anggaran yang ditetapkan. Secara fisik, sistem jalan raya biasanya pada tahap perencanaan berupa panjang jalan, atau persentase dari jaringan, berbagai parameter seperti kelas jalan atau hirarki, arus lalu lintas / kapasitas, tipe perkerasan, dan kondisi fisik perkerasan jalan.

b. *Programming*/Pemrograman

Pemrograman melibatkan penyiapan, sangat tergantung pada masalah anggaran yang disediakan pemerintah. Pekerjaan jalan *multi-year* dengan program pengeluaran di mana jaringan jalan kemungkinan membutuhkan perawatan, perbaikan atau pembangunan baru. Pertimbangan jaringan jalan yang akan diprogramkan secara ruas per ruas dengan kondisi perkerasan yang homogen. Kegiatan pemrograman menghasilkan perkiraan pengeluaran setiap tahun sesuai anggaran yang tersedia. Anggaran biasanya dibatasi, dan aspek kunci dari



pemrograman adalah untuk memprioritaskan pekerjaan jalan sesuai dengan anggaran yang tersedia.

c. *Preparation/Persiapan*

Persiapan adalah perencanaan jangka pendek dimana skema jalan dikemas untuk implementasi. Pada tahap ini, desain dipersiapkan secara lebih rinci seperti; jumlah biaya dan penetapan biaya rinci bersama dengan perintah kerja dan kontrak. Detail spesifikasi dan biaya harus dibuat, dan analisis rinci biaya-manfaat dapat dilakukan untuk mengkonfirmasi kelayakan akhir. Pekerjaan bagian jalan yang berdekatan dapat digabungkan menjadi satu paket untuk menghemat biaya. Kegiatan persiapan yang khas adalah detail desain untuk *overlay*, desain rinci pekerjaan besar seperti persimpangan atau perbaikan *alignment*, penambahan lajur, dll.

d. *Operation/Operasi*

Kegiatan ini mencakup pengoperasian pekerjaan perkerasan. Keputusan tentang manajemen operasi yang dibuat biasanya setiap hari atau mingguan, termasuk penjadwalan pekerjaan yang harus dilakukan, pemantauan dalam hal tenaga kerja, peralatan dan bahan, rekaman pekerjaan yang telah diselesaikan, dan penggunaan ini informasi untuk monitoring dan kontrol. Kegiatan biasanya terfokus pada masing-masing bagian atau sub-bagian dari jalan, dengan pengukuran sering dibuat pada tingkat yang relatif rinci.

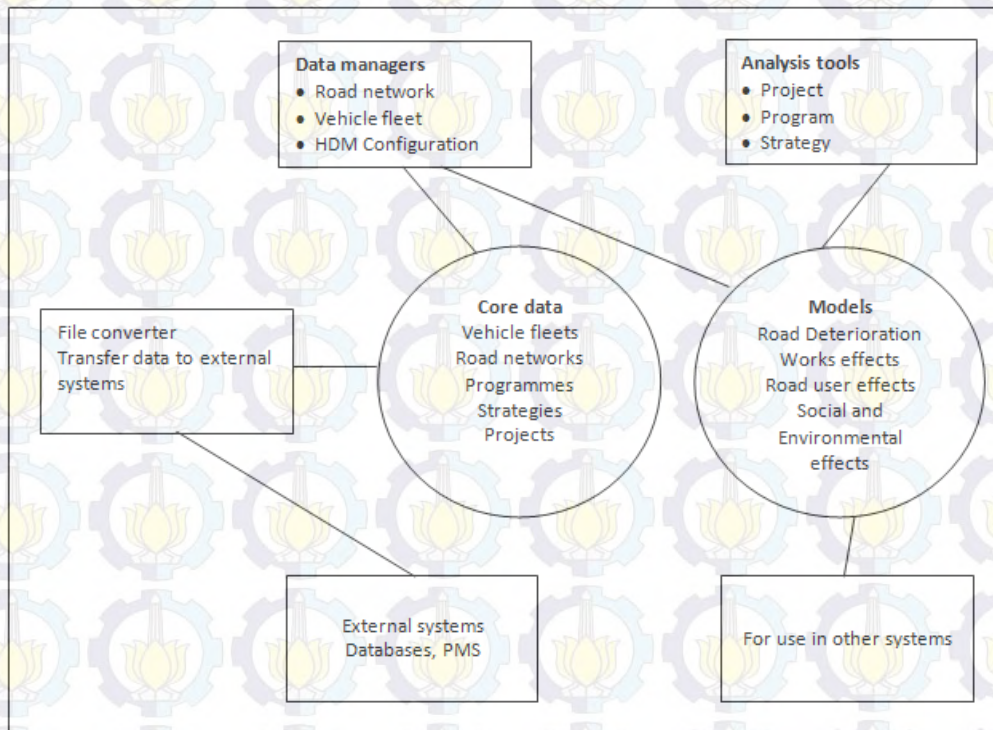
### **2.9.2 Struktur HDM-4**

Kerali (2000) menyatakan bahwa Analisis program HDM 4 harus memilih dengan cermat jaringan jalan yang akan diinvestasikan sesuai dengan dana yang tersedia. Jaringan jalan diestimasi sesuai dengan pengeluaran yang disediakan pemerintah setiap tahun anggaran. Perkiraan perencanaan jangka panjang diperlukan untuk memperkirakan kebutuhan pengeluaran untuk pembangunan jalan dan program preservasi. Struktur HDM-4 digambarkan sebagai model untuk analisis investasi jalan jangka panjang yang diperlukan untuk menyusun kebutuhan pembangunan dan pemeliharaan jalan di masa yang akan datang melalui sebuah simulasi. Hasil simulasi diperoleh dari beberapa data masukan mengenai kondisi eksisting sebuah jalan yang kemudian dimasukkan pada program HDM-4. Agar hasil simulasi menggambarkan keadaan yang sebenarnya,



maka data masukan harus diperiksa secara teliti dan selanjutnya melakukan kalibrasi terhadap model HDM-4.

Struktur keseluruhan dari HDM-4 diilustrasikan pada Gambar 2.7 di bawah ini.



Gambar 2.7 Arsitektur sistem HDM – 4  
(Odoki dan Kerali, 2000)

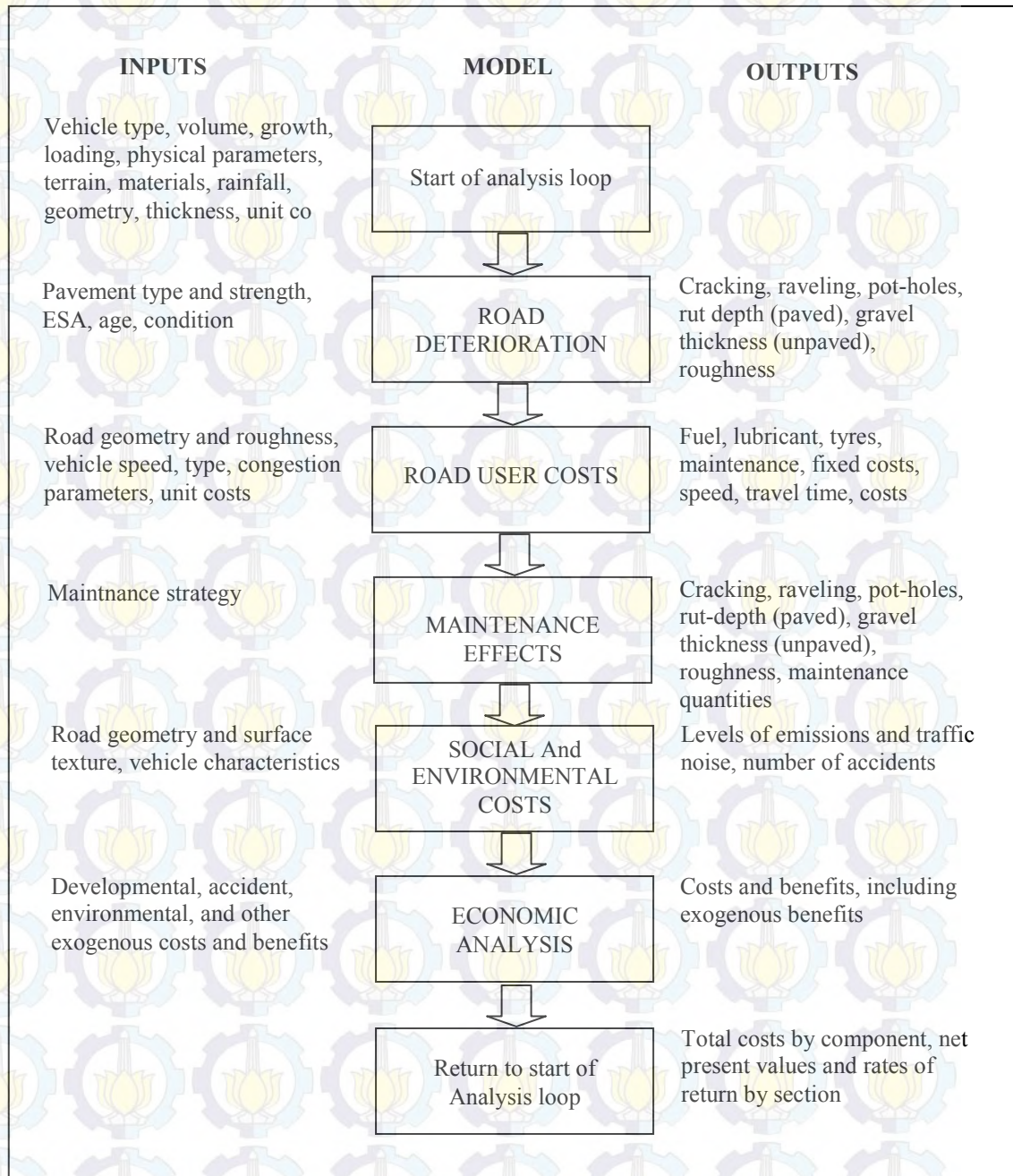
Analisis teknis dalam sistem dilakukan dengan menggunakan empat set model seperti yang terlihat pada Gambar.2.7 diatas. Struktur HDM-4 dapat melakukan analisis sebagai berikut ini :

1. RD (*Road Deterioration*): Digunakan untuk memprediksi kerusakan perkerasan jalan baik perkerasan aspal , beton semen Portland .
2. WE (*Works Effects*) : Digunakan untuk mensimulasikan efek pekerjaan jalan (pemeliharaan) pada kondisi perkerasan dan menentukan biaya yang sesuai.
3. RUE (*Road User Effects*): Menentukan biaya operasi kendaraan (BOK), kecelakaan lalu lintas dan waktu perjalanan.
4. SEE (*Social and Environmental Effects*) : Menentukan efek dari emisi kendaraan dan konsumsi energi.



Untuk dapat memprediksi kerusakan jalan yang terjadi dimasa yang akan datang, berikut ini masukan data yang diperlukan : data jalan (*roads database*), data pembebanan sumbu kendaraan dan waktu analisa.

Secara umum, fungsi-fungsi yang termasuk dalam program HDM-4 berikut data-data masukan yang diperlukan dijelaskan dalam gambar 2.8 dibawah ini :



Gambar 2.8 Analisa Life cycle menggunakan HDM-4 (Odoki & Kerali, 2000)



Dalam penelitian ini, model yang akan digunakan adalah *Road Deterioration* untuk memperkirakan kondisi jalan (IRI).

## **2.10 Penelitian Terdahulu**

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Tranggono (2013) dan menyimpulkan dalam penelitiannya bahwa metode HDM-4 dapat digunakan sebagai alternatif Sistem Manajemen Jalan (SMJ) di Indonesia sebagai alat bantu pengambil keputusan dalam investasi jalan. HDM-4 dan IIRMS (*Indonesian Integrated Road Management System*) dapat digunakan bersama-sama sebagai *hybrid system* SMJ di Indonesia, sehingga informasi yang selama ini telah dikumpulkan tetap dapat dimanfaatkan.

Asia foundation (2008) dalam penelitiannya menggunakan metode HDM 3 untuk menghitung dan memprediksi biaya untuk pemeliharaan jalan dan BOK di masa yang akan datang. Dengan memasukkan data variabel karakteristik jalan, karakteristik kendaraan dan biaya satuan regional sebagai data masukan kedalam program HDM 3 maka dapat diperkirakan besarnya nilai BOK di tahun-tahun mendatang. Dari hasil perhitungan dan simulasi yang mereka lakukan disimpulkan bahwa biaya untuk pemeliharaan dan BOK, secara khusus dipengaruhi oleh kondisi geografis/topografi dan mutu perkerasan jalan tersebut.

McPherson dan Bennett (2000) dalam penelitiannya menyimpulkan HDM-4 sebagai sistem yang bersifat COTS lebih menguntungkan dibandingkan dengan sistem yang dibuat berdasarkan pesanan (*customized*). Mereka juga menyebutkan bahwa sistem tersebut mutakhir secara teknologi dan dapat menghasilkan keluaran-keluaran, seperti analisis kecelakaan, emisi kendaraan, analisis kriteria berganda, analisis sensitivitas, analisis skenario penganggaran, analisis kelayakan pembangunan infrastruktur jalan baru, dan penilaian asset.

Saleh, S.M dan Sjafruddin, A (2009) dalam penelitiannya yang bertujuan untuk menganalisa pengaruh muatan truk berlebih terhadap biaya pemeliharaan jalan menggunakan metode *Integrated Road Management System* (IRMS) untuk memprediksi kondisi perkerasan jalan di tahun-tahun berikutnya. Pada metode IRMS belum mengakomodasi faktor lingkungan sehingga hasil prediksi belum menunjukkan hasil yang optimal karena belum memasukkan faktor kalibrasi lingkungan yang menunjukkan karakteristik lokasi penelitian yang sesungguhnya.



## **BAB 3**

### **METODA PENELITIAN**

Metodologi penelitian adalah suatu cara bagi peneliti untuk mendapatkan data yang dibutuhkan yang selanjutnya dapat digunakan untuk dianalisa sehingga memperoleh kesimpulan yang ingin dicapai dalam penelitian. Metodologi yang dipakai pada penelitian ini adalah dengan cara melakukan pengolahan data primer hasil survei lapangan serta mengumpulkan beberapa informasi yang dibutuhkan sebagai data sekunder.

#### **3.1 Jenis Penelitian**

Dari latar belakang, rumusan masalah dan tujuan yang telah dijelaskan sebelumnya, penelitian ini termasuk jenis penelitian *explanatory research* yaitu penelitian yang mengembangkan dan menjelaskan konsep pemikiran dengan mempelajari beberapa penelitian terdahulu yang pernah dilakukan, peraturan-peraturan yang terkait dengan topik dan hasil pengamatan dilapangan tentang proyek konstruksi jalan dengan jenis perkerasan lentur (*flexible pavement*).

#### **3.2 Tahapan Penelitian**

Berdasarkan teori-teori yang telah dijelaskan sebelumnya, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja struktur perkerasan jalan dimasa yang akan datang agar diperoleh gambaran mengenai jenis dan tingkat kerusakan jalan dimasa yang akan datang. Data tersebut nantinya akan dijadikan sebagai acuan untuk menentukan jenis pogram penanganan kerusakan jalan yang sesuai dengan kondisi jalan. Penelitian menggunakan metode HDM-4 sebagai alat analisis untuk memprediksi kondisi perkerasan jalan.

Penelitian ini difokuskan pada ruas jalan Bts. Kota Gresik-Sadang (Bts. Kota Lamongan). Ruas jalan ini dipilih karena dari pengamatan dan data dilapangan ruas jalan tersebut sering mengalami kerusakan dengan umur jalan yang relatif lebih singkat dari umur rencana meski proses perbaikan baru selesai dilakukan. Salah satu kelemahan yang dihadapi adalah kemampuan untuk memprediksi kinerja perkerasan ruas jalan ini dimasa yang akan datang masih



belum optimal, diharapkan dengan adanya penelitian ini masalah tersebut dapat dipecahkan.

Tahapan penelitian dimulai dari perumusan latar belakang dan permasalahan, kemudian melakukan pengumpulan data sekunder dan primer untuk kemudian dianalisa dengan pendekatan metode HDM-4. Kelebihan metode ini adalah mampu memprediksi kinerja perkerasan jalan ditahun awal operasi dan ditahun-tahun berikutnya selama periode analisa. Setelah data diperoleh dan diproses kemudian data-data tersebut dimasukkan kedalam metode HDM-4 dan selanjutnya menganalisa pengaruh dari CBR, curah hujan, pembebanan dan struktur perkerasan jalan untuk memprediksi kerusakan yang terjadi hingga 10 tahun kedepannya. Dari hasil analisa akan diperoleh perkembangan kondisi perkerasan jalan kemudian akan diketahui kinerja dari perkerasan tersebut, apakah jalan masih dalam kondisi baik, sedang, rusak ringan atau rusak berat. Kinerja perkerasan yang dihitung diwakili oleh nilai tingkat ketidakrataan permukaan jalan (IRI) dalam satuan m/km. Dari nilai IRI yang diperoleh, kemudian dapat ditentukan jenis program penanganan jalan yang paling sesuai untuk ruas jalan tersebut dan optimasi biaya yang diperlukan.

Rancangan penelitian yang memuat secara garis besar langkah-langkah penelitian dijelaskan dalam table 3.1 dibawah ini :

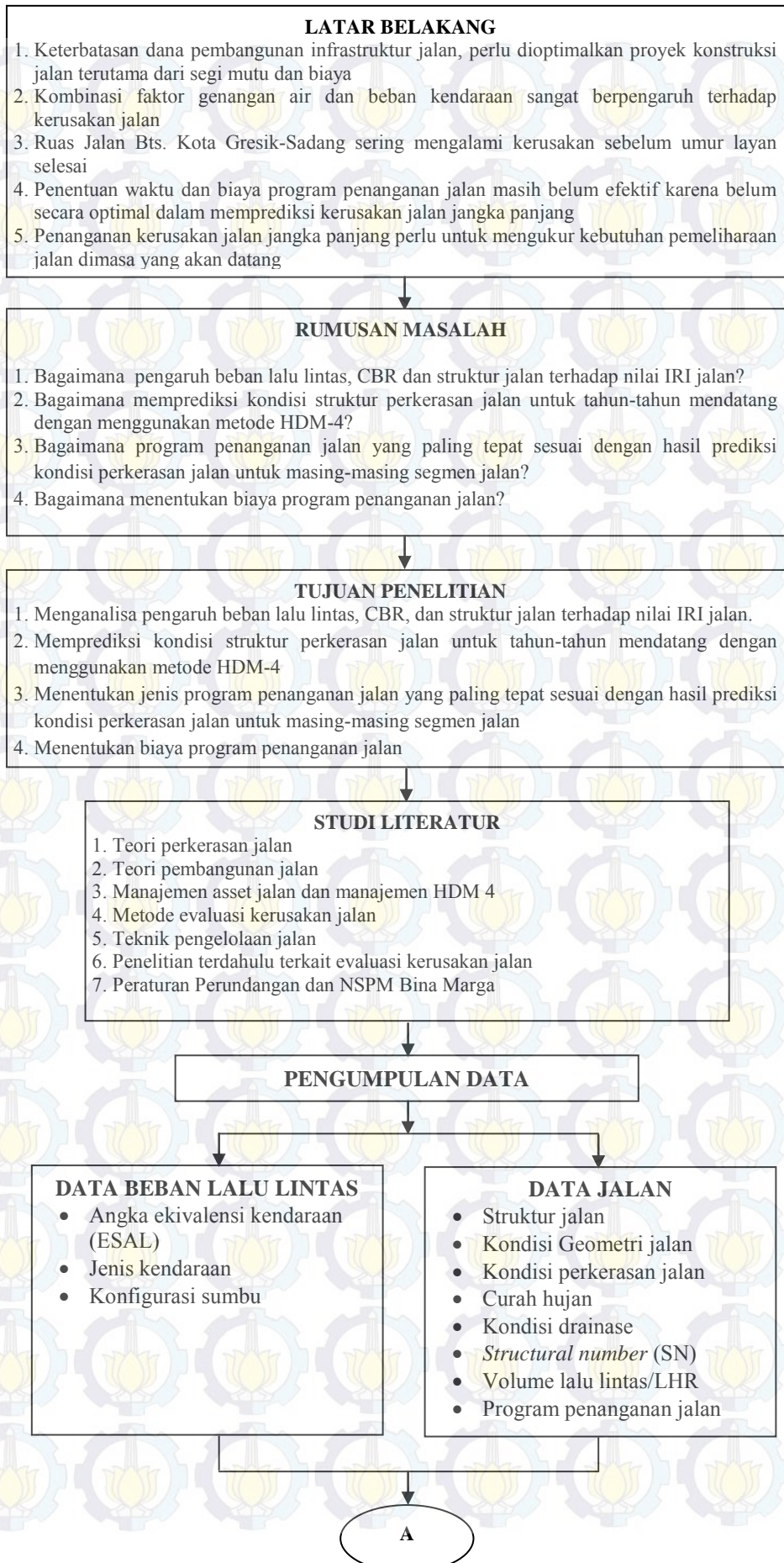


Tabel 3.1 Desain penelitian

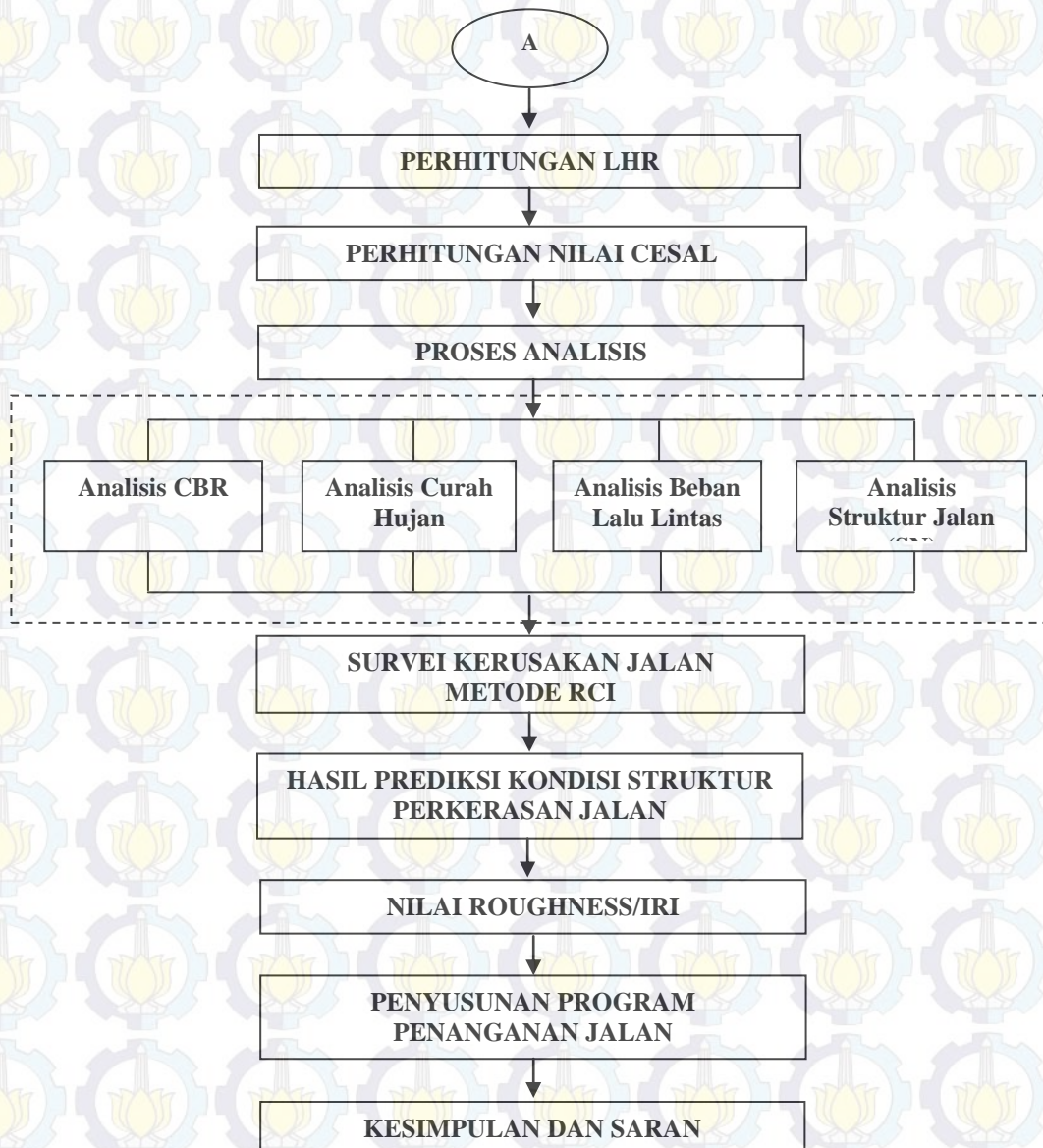
No.	Bahasan	Metode Analisis	Data yang diperlukan		Cara Memperoleh Data
			Primer	Sekunder	
1	Prediksi kondisi perkerasan jalan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perencanaan tebal perkerasan jalan menggunakan metode AASHTO, 1993</li> <li>- Survei kerusakan jalan metode RCI</li> <li>- Pendekatan HDM 4 untuk analisa kerusakan jalan, 2001</li> <li>- Perencanaan tebal lapis tambah perkerasan lentur dengan metode lendutan, 2005</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dimensi (luas dan volume) untuk masing-masing jenis kerusakan jalan</li> <li>- Data kondisi drainase jalan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Data <i>Detail Engineering Design</i> (DED) / struktur perkerasan ruas jalan lokasi studi</li> <li>- Data geometrik jalan</li> <li>- Data riwayat penanganan jalan (5 tahun terakhir)</li> <li>- Data CBR lapangan</li> <li>- <i>Structural Number</i> (SN)</li> <li>- Data lendutan metode FWD</li> <li>- Data LHR</li> <li>- Angka ekivalen kendaraan</li> <li>- Data beban lalu lintas</li> <li>- Data suhu dan curah hujan lokasi penelitian</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Survei dan Data BBPJN V Surabaya, Satker PJN Metropolitan I Surabaya, PPK Sadang-Gresik- Arteri Tengah Surabaya-Arteri Timur Surabaya</li> <li>- Dinas Perhubungan dan LLAJ Pemprov Jawa Timur</li> <li>- BMKG Karangploso Malang</li> </ul>
2	Penanganan kerusakan jalan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manual pemeliharaan Rutin untuk Jalan Nasional dan Jalan Provinsi, 2005</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dimensi kerusakan jalan</li> <li>- Nilai <i>International Roughness Index</i> (IRI)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Data riwayat penanganan jalan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Survey dan Data BBPJN V Surabaya</li> </ul>

Adapun rancangan tahapan penelitian secara umum dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut ini.









Gambar 3.1 Flow chart penelitian secara umum

### 3.3 Jenis dan Sumber Data Penelitian

Untuk dapat melakukan analisis yang baik, diperlukan data/informasi, teori konsep dasar dan alat bantu yang memadai. Keberhasilan penelitian tidak lepas dari kualitas data yang diperoleh sehingga kebutuhan data sangat mutlak diperlukan. Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder.

#### 3.3.1 Data Primer

Data primer merupakan data yang dikumpulkan dan diolah sendiri oleh peneliti langsung dari responden ( Sugiyono, 2012 ). Data ini diperoleh langsung



dari lokasi lapangan melalui survei, pengukuran dilapangan dan wawancara terhadap instansi terkait seperti penyelenggara jalan yang berwenang (BBPJN V Surabaya).

### **3.3.2 Data Sekunder**

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dalam bentuk sudah jadi yaitu diolah dan disajikan oleh pihak lain (Sugiyono, 2012). Data sekunder dalam penelitian ini meliputi:

- Studi kepustakaan, yaitu data dikumpulkan dengan membaca literatur, peraturan-peraturan dan buku-buku yang berkaitan dengan topik, jurnal, sumber publikasi permasalahan yang dibahas. Literatur dan buku-buku tersebut digunakan sebagai dasar untuk mendukung penelitian ini.
- Dokumen-dokumen atau arsip-arsip dari instansi terkait seperti identitas proyek, gambaran umum wilayah, peta lokasi penelitian, data kerusakan jalan, data geometri jalan, kondisi ruas jalan, kondisi drainase, LHR, riwayat penanganan jalan, curah hujan, serta dari dokumentasi lain yang ada kaitannya dengan penelitian.
- Browsing internet untuk mendapatkan topik-topik yang dibahas dalam penelitian ini.

Secara umum data-data yang digunakan sebagai masukan untuk proses analisa diringkas seperti pada tabel 3.1 diatas.

### **3.4 Analisis Data**

Analisa pada penelitian ini mencakup beberapa aspek yang berpengaruh terhadap terjadinya kerusakan pada struktur perkerasan jalan. Masing-masing aspek akan dihitung menggunakan pendekatan metode HDM-4, kemudian akan dilihat pengaruhnya terhadap kondisi jalan melalui ketidakraatan jalan untuk mendapatkan nilai IRI jalan tersebut. Proses analisa data dijelaskan dalam tabel 3.2 dibawah ini:



Tabel 3.2 Proses analisis data penelitian

No.	Bahasan	Metode	Tujuan	Langkah-langkah perhitungan	Output
1	Prediksi kondisi perkerasan jalan Bts. Kota Gresik - Sadang	1. Perencanaan tebal perkerasan jalan menggunakan metode AASHTO, 1993 2. Analisa kerusakan jalan metode RCI, 1999	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menghitung struktur dan tebal perkerasan jalan</li> <li>- Menentukan kondisi awal jalan untuk setiap 1 km</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menghitung LHR</li> <li>- Menentukan koefisien relatif (a)</li> <li>- Menentukan koefisien drainase (m)</li> <li>- Menghitung <i>Structural Number</i> (SN)</li> <li>- Menghitung angka ekivalen (E) dan kumulatif (CESAL)</li> <li>- Menghitung perkembangan lalu lintas</li> <li>- Menghitung modulus resilien (<math>M_R</math>)</li> <li>- Menghitung tingkat reliabilitas</li> <li>- Menentukan nilai deviasi standar (<math>S_o</math>)</li> <li>- Menentukan kondisi jalan untuk tiap km, sesuai jenis kerusakan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- LHR tahun analisa</li> <li>- Nilai CESAL per tahun</li> <li>- Modulus resilient tanah dasar</li> <li>- <i>Structural Number</i> (SN) dan <i>Structural Number Capacity</i> (SNC)</li> <li>- Nilai RCI untuk masing-masing segmen jalan (per 1 km)</li> </ul>
		3. Pendekatan metode HDM 4 untuk analisa kerusakan jalan, 2001	Memprediksi kondisi perkerasan jalan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menghitung faktor kalibrasi model</li> <li>- Prediksi kondisi perkerasan jalan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prediksi pengaruh beban, CBR, <i>structural number</i> terhadap kerusakan jalan (IRI)</li> <li>- Prediksi kondisi jalan pada tahun berikutnya</li> </ul>



Tabel 3.2 Proses analisis data penelitian (lanjutan)

No.	Bahasan	Metode	Tujuan	Langkah-langkah perhitungan	Output
2	Penanganan kerusakan jalan	1. Manual pemeliharaan Rutin untuk Jalan Nasional dan Jalan Provinsi, 2005 2. Perencanaan tebal lapis tambah perkerasan lentur dengan metode lendutan	Menentukan metode perbaikan standar jalan  Menentukan tebal lapis tambah ( <i>overlay</i> )	- Menentukan jenis dan tingkat kerusakan jalan - Menentukan metode perbaikan jalan berdasarkan nilai IRI - Menghitung tebal lapis tambah dengan metode lendutan FWD	- Kondisi jalan dan jenis penanganan kerusakan jalan sesuai dengan nilai IRI  - Tebal lapis tambah perkerasan jalan

Sumber : Proses pengolahan data

### 3.4.1 Analisis CBR

CBR (*California Bearing Ratio*) ialah suatu jenis test untuk mengukur daya dukung / kekuatan geser tanah atau bahan pondasi jalan. CBR merupakan rasio (dalam persen) antara beban yang dibutuhkan ( $\text{kg/cm}^2$ ) untuk menembasi piston kedalam tanah sedalam 0.1" atau 0.2" (JIS A 1211 : 2.5 mm atau 5.0 mm) dengan beban yang dibutuhkan pada bahan standar (batu pecah standar) dengan kedalaman penetrasi yang sama. Untuk menghitung nilai CBR, AASHTO (1972) menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$CBR = \frac{\text{Beban penetrasi yang telah dikoreksi}}{\text{Beban standar}} \times 100\% \quad (3.1)$$

Pada perkerasan berbutir dengan lapisan permukaan aspal tipis nilai CBR yang ideal untuk tanah dasar sebesar 6%. Pengambilan data CBR biasanya dilakukan setiap jarak 100 m untuk mewakili ruas jalan. Dari nilai CBR dapat diprediksi modulus elastisitas ( $M_r$ ) tanah dasar dengan persamaan dibawah ini :

$$M_r = 1500 \text{ CBR (Psi)} \quad (3.2)$$



### 3.4.2 Analisis Curah Hujan

Faktor curah hujan turut memberikan pengaruh terhadap terjadinya kerusakan jalan. Curah hujan yang berlebih lama kelamaan akan menyebabkan striping process (pelapukan agregat) dan kemampuan tanah mendukung beban sangat kecil ditambah beban kendaraan akan menyebabkan terjadinya pelepasan ikatan antar butiran pada tanah permukaan jalan menjadi pecah dan amblas. Untuk lokasi penelitian, termasuk daerah tropis, lembab dengan musim hujan sedang dengan perkiraan curah hujan 1900-2500 mm/tahun (Bina Marga, 2012).

### 3.4.3 Analisis Beban Lalu Lintas

*Overloading* merupakan suatu kondisi kerusakan jalan akibat kendaraan yang membawa muatan lebih dari batas muatan yang telah ditetapkan baik ketetapan dari kendaraan maupun jalan. Tingkat kerusakan jalan akibat pembebanan muatan lebih (*excessive overloading*) dan sistem penanganan yang belum memadai berakibat pada hancurnya jalan sebelum umur teknis jalan tercapai, sehingga hal ini akan membutuhkan biaya tambahan untuk mempertahankan fungsi jalan tersebut. AASHTO (1972) telah menetapkan bahwa beban standar (*standart axle load*) pada kendaraan sebesar 18000 Kips atau 8,16 Ton. Mochtar (2001) menyatakan bahwa beban as kendaraan lainnya dikorelasikan kepada beban standar tersebut untuk mendapatkan angka ekivalen beban sumbu kendaraan (*equivalent axle load*).

Bina Marga (2005) memberikan suatu persamaan nilai pendekatan persamaan ekivalen kerusakan jalan yang ditunjukkan pada persamaan berikut :

$$E = k \times \left[ \frac{\text{Beban Sumbu (kg)}}{8160} \right]^4 \quad (3.3)$$

dengan :

E = Angka ekivalensi beban sumbu kendaraan (ESAL)

k = Nilai konversi sumbu (Single/Tandem ; 0,086/Tridem ; 0,031)

### 3.4.4 Analisis Struktur Jalan

Struktur jalan merupakan bagian dari desain jalan yang merupakan bagian dari perencanaan geometrik jalan yang bertujuan untuk menjamin keamanan,



efisiensi dan efektivitas pergerakan lalu lintas. Bagian-bagian dari struktur jalan yang akan dianalisa yaitu :

- Geometri jalan
- Kondisi jalan
- Jenis permukaan jalan
- Jenis lapis pondasi atas
- *Structural Number* (fungsi tebal perkerasan)
- Ketebalan lapisan perkerasan
- Kualitas konstruksi jalan

### 3.4.5 Analisis Prediksi Kondisi Struktur Perkerasan Jalan

Prediksi kondisi struktur perkerasan jalan yang dibahas pada penelitian ini tidak membahas masing-masing kerusakan secara detail, tetapi bagaimana pengaruh variabel curah hujan, CBR, beban lalu lintas dan struktur perkerasan jalan terhadap nilai IRI jalan ditahun-tahun yang akan datang. Berikut ini dijelaskan persamaan dalam HDM-4 yang dapat digunakan untuk memprediksi kondisi perkerasan jalan di masa yang akan datang.

HDM-4 menggunakan pendekatan dibawah ini untuk memprediksi kondisi perkerasan jalan yang diwakili oleh nilai IRI, yaitu :

$$RI_t = 1,04e^{mt} [RI_0 + 263(1 + SNC)^{-5} NE_t] \quad (3.4)$$

dengan :

m = koefisien kalibrasi lingkungan

$RI_0$  = kekasaran awal, IRI (m/km)

SNC = nilai kekuatan perkerasan (*Structural Number Capacity*)

$NE_t$  = nilai ESAL pada saat t (per 1 juta ESAL)

### 3.5 Kalibrasi model HDM-4

Untuk mendapatkan nilai dari faktor kalibrasi untuk kekasaran didasarkan atas kondisi lingkungan konstruksi jalan, dan kondisi drainase. Bennett dan Paterson (2000) menguraikan langkah-langkah untuk mendapatkan nilai faktor kalibrasi kekasaran sebagai berikut :

- Identifikasi kondisi lingkungan disekitar lokasi jalan yang diamati disesuaikan dengan tabel 3.3 dibawah ini:



Tabel 3.3 Klasifikasi kondisi lingkungan

Temperature classification	Description	Typical temperature range (°C)	
Tropical	Warm temperatures in small range	20 to 35	
Subtropical - hot	High day cool night temperatures, hot-cold seasons	-5 to 45	
Subtropical - cool	Moderate day temperatures, cool winters	-10 to 30	
Temperate - cool	Warm summer, shallow winter freeze	-20 to 25	
Temperate - freeze	Cool summer, deep winter freeze	-40 to 20	
Moisture classification	Description	Typical moisture index	Typical annual precipitation (mm)
Arid	Very low rainfall, high evaporation	-100 to -61	< 300
Semi-arid	Low rainfall	-60 to -21	300 to 800
Subhumid	Moderate rainfall, or strongly seasonal rainfall	-20 to 19	800 to 1600
Humid	Moderate warm season rainfall	20 to 100	1500 to 3000
Perhumid	High rainfall, or very many wet-surface days	> 100	> 2400

Sumber : HDM-4, 2001

- Tentukan nilai  $m$  yang sesuai dari tabel 3.4 sesuai dengan kondisi lingkungan lokasi penelitian

Tabel 3.4 Nilai koefisien lingkungan yang direkomendasikan,  $m$

Moisture classification	Temperature classification			
	Tropical	Subtropical non-freezing	Temperate - shallow freeze	Temperate - extended freeze
Arid	0.005	0.010	0.025	0.040
Semi-arid	0.010	0.016	0.035	0.060
Subhumid	0.020	0.025	0.060	0.100
Humid	0.025	0.030	0.100	0.200
Perhumid	0.030	0.040		

Sumber : HDM-4, 2001

- Tentukan nilai  $m$  efektif,  $m_{\text{eff}}$ , dengan mengalikan  $m$  dengan faktor  $k_m$  sesuai dengan standar pembangunan jalan dan drainase seperti tabel 3.5 dibawah ini.

$$m_{\text{eff}} = m k_m \quad (3.5)$$

dengan :



$m_{eff}$  = nilai m efektif

$m$  = koefisien lingkungan

$k_m$  = koefisien drainase

Tabel 3.5 Faktor koefisien lingkungan untuk jalan dan drainase,  $k_m$

Construction and drainage	Non-freezing environments	Freezing environments
High standard materials and drainage; for example, motorways, raised formation, free-draining or non-frost-susceptible materials, special drainage facilities.	0.6	0.5
Material quality to normal engineering standards; drainage and formation adequate for local moisture conditions, and moderately maintained.	1.0	1.0
Variable material quality in pavement, including moisture or frost-susceptible materials; drainage inadequate or poorly maintained, or formation height near water table.	1.3	1.5
Swelling soil subgrade without remedial treatment	1.3 - 2.0	1.2 - 1.6

Sumber : HDM-4, 2001

- Hitung nilai  $K_{ge}$  dengan persamaan sebagai berikut:

$$K_{ge} = \frac{m_{eff}}{0.023} \quad (3.6)$$

dengan :

$K_{ge}$  = faktor kalibrasi kekasaran

### 3.6 Perkiraan Hasil

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan metode HDM-4, berikut ini kemungkinan beberapa prediksi yang dihasilkan oleh metode HDM-4, yaitu :

#### 1. Kinerja struktur perkerasan jalan

HDM-4 dapat memodelkan kerusakan jaringan jalan berdasarkan berdasarkan nilai *International Roughness Indeks (IRI)*. Nilai IRI yang diperoleh kemudian dikonversi terhadap nilai RCI seperti dijelaskan pada bab 2 untuk dapat menentukan jenis dan tingkat kerusakan jalan serta program pemeliharaan yang sesuai. Pada umumnya jalan yang baru dibangun memiliki nilai IRI yang baik ( $IRI < 4$ ), namun seiring dengan bertambahnya waktu dan beban lalu lintas yang semakin meningkat maka lama-kelamaan akan terjadi penurunan nilai IRI yang mengindikasikan terjadinya kerusakan jalan.



## 2. Perkembangan nilai kerusakan jalan

Pada penelitian ini akan dihitung perkembangan nilai kerusakan jalan akibat pengaruh dari nilai CBR, SN, curah hujan dan beban lalu lintas, kemudian akan dianalisa pengaruh dari masing-masing variabel tersebut terhadap perkembangan nilai kerusakan jalan (IRI) di tahun-tahun yang akan datang. Kondisi perkerasan jalan untuk jangka panjang sangat tergantung pada standar pemeliharaan atau perbaikan. Ketika standar pemeliharaan diterapkan, maka tingkat kerusakan jalan harus segera diperbaiki.

## 3. Program penanganan kerusakan jalan

Dengan mengetahui nilai IRI berdasarkan prediksi kondisi perkerasan jalan, maka dapat ditentukan jenis program penanganan jalan sesuai dengan nilai IRI tersebut. Jika nilai  $IRI < 4$ , jenis pemeliharaan yang sesuai adalah pemeliharaan rutin, nilai IRI 4 s/d 8 jenis pemeliharaannya adalah berkala, nilai IRI 8 s/d 12 jenis pemeliharaannya adalah peningkatan struktur, sedangkan bila nilai  $IRI > 12$ , maka ruas jalan tersebut perlu ditangani dengan rekonstruksi

### 3.7 Proses Validasi Hasil Prediksi

Untuk memastikan hasil prediksi kondisi perkerasan jalan mendekati hasil yang sebenarnya, maka perlu dilakukan proses validasi. Proses validasi dilakukan dengan cara membandingkan hasil prediksi dengan hasil pengukuran dilapangan yang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan dibawah ini (HDM-4, 2001), yaitu :

$$E1 = \frac{|\bar{S} - \bar{A}|}{\bar{A}} \quad (3.7)$$

dengan :

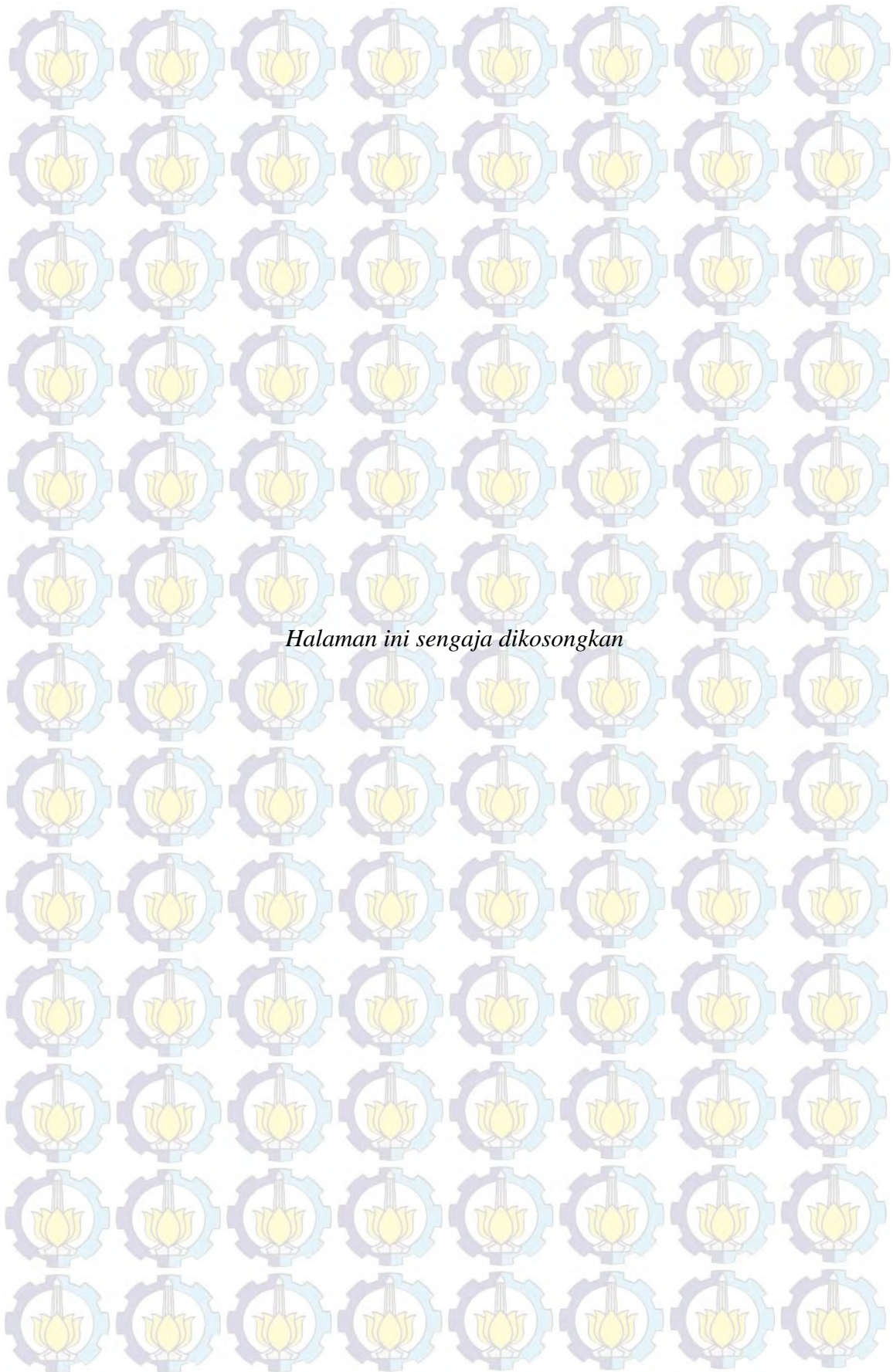
$E1$  = prosentase penyimpangan (error)

$\bar{S}$  = nilai rata-rata hasil simulasi/prediksi

$\bar{A}$  = nilai rata-rata data pengukuran

Hasil prediksi dikatakan valid apabila nilai  $E1 \leq 5\%$





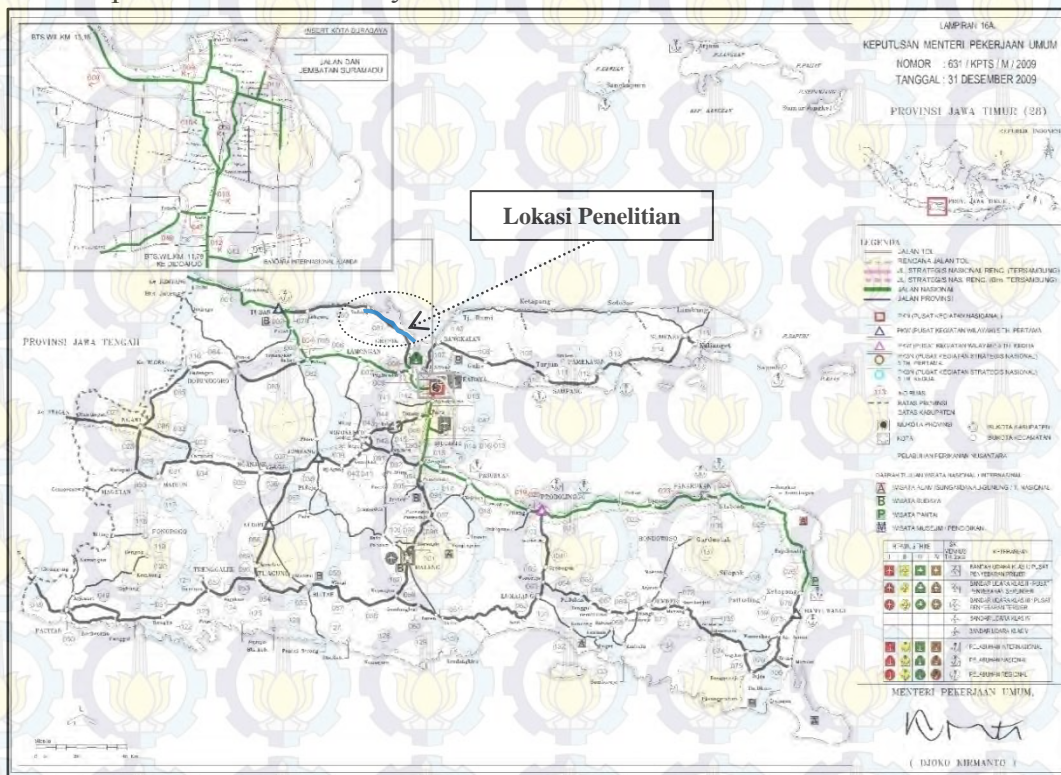


## BAB 4

### GAMBARAN UMUM WILAYAH PENELITIAN

#### 4.1 Gambaran Umum Ruas Jalan Lokasi Penelitian

SK Menteri PU Nomor 391 Tahun 2009 menyebutkan panjang jalan nasional di Jawa Timur 2.027,005 km yang meliputi Lintas Pantai Utara 469,296 km, Lintas Tengah 193,915 km, Lintas Selatan 620,067 km dan Jalur Penghubung Lintas 743,727 km. Ruas jalan yang menjadi objek penelitian dalam rencana tesis ini merupakan bagian dari ruas jalan nasional non lintas di Provinsi Jawa Timur yaitu Gresik-Sadang-Lamongan-Tuban-Bulu ( $\pm 90$  km) yang dibatasi pada ruas jalan Bts. Kota Gresik-Sadang (Bts. Kota Lamongan). Ruas jalan ini merupakan jalur alternatif penghubung pusat kegiatan dari Kabupaten Gresik menuju Lamongan, Tuban dan Bulu yang keberadaannya sangat penting untuk mensempang kondisi perekonomian di wilayah tersebut.



Gambar 4.1 Peta ruas jalan nasional provinsi Jawa Timur (Kepmen PU No. 631 Tahun 2009)

Dengan semakin pesatnya pertumbuhan dan pembangunan di Kabupaten Gresik dan Lamongan, ruas jalan ini yang semula dengan kondisi lalu lintas sedang, saat



ini jumlah kendaraan yang melintasi ruas jalan ini terus meningkat dan lama kelamaan akan mempengaruhi usia layan jalan tersebut.

Kondisi beberapa ruas jalan nasional provinsi jawa timur saat ini sebagian besar sudah dalam kondisi baik dan sedang dengan nilai IRI rata-rata sebagian dibawah angka 4 seperti ditunjukkan dalam tabel 4.1. Namun dengan seiring bertambahnya beban lalu lintas, maka program pemeliharaan jalan mutlak untuk terus dilaksanakan untuk menjaga kondisi dan kemandapan jalan.

Tabel 4.1 Data kondisi ruas jalan nasional provinsi Jawa Timur

No. Urut	No.Ruas	Nama Ruas	Panjang (Km)	Baik		Sedang		Rusak Ringan		Rusak Berat		Rata-rata IRI
				(Km)	(%)	(Km)	(%)	(Km)	(%)	(Km)	(%)	
1	001	Bulu (Bts. Prov. Jateng) - Bts. Kota Tuban	43,680	26,380	60,39	15,900	36,40	1,400	3,21	-	-	4,091
2	001 11	Jln. Raya Semarang (Tuban)	1,180	1,180	100,00	-	-	-	-	-	-	4,000
3	001 12	Jln. Martadinata (Tuban)	0,550	0,450	81,82	0,100	18,18	-	-	-	-	2,658
4	001 13	Jln. P. Sudirman (Tuban)	1,780	1,000	56,18	0,380	21,35	0,400	22,47	-	-	4,630
5	001 14	Jln. Manunggal (Tuban)	1,824	1,024	56,14	0,400	21,93	0,400	21,93	-	-	5,322
6	002	Bts. Kota Tuban - Pakah	8,235	6,435	78,14	1,800	21,86	-	-	-	-	3,499
7	002 11	Jln. Teuku Umar (Tuban)	1,317	0,817	62,03	0,500	37,97	-	-	-	-	3,620
8	002 12	Jln. Dr. Wahidin (Tuban)	2,272	1,472	64,79	0,700	30,81	0,100	4,40	-	-	3,850
9	002 13	Jln. Gajah Mada (Tuban)	1,226	0,700	57,10	0,526	42,90	-	-	-	-	4,303
10	002 14	Jln. Moch. Yamin (Tuban)	0,185	0,185	100,00	-	-	-	-	-	-	4,000
11	002 15	Jln. Hos. Cokroaminoto (Tuban)	1,277	1,000	78,31	0,277	21,69	-	-	-	-	3,474
12	002 16	Jln. Pahlawan (Tuban)	0,508	0,508	100,00	-	-	-	-	-	-	2,874
13	002 17	Jln. Raya Babat (Tuban)	0,616	0,616	100,00	-	-	-	-	-	-	2,667
14	003	Pakah - Temangkar	11,228	7,828	69,72	3,400	30,28	-	-	-	-	3,652
15	004	Temangkar - Bts. Kab. Lamongan	3,477	2,977	85,62	0,500	14,38	-	-	-	-	3,168
16	005	Bts. Kab. Tuban - Widang	0,827	0,327	39,54	0,500	60,46	-	-	-	-	4,880
17	006	Widang/Bedahan - Bts. Kota Lamongan	24,496	21,696	88,57	2,800	11,43	-	-	-	-	3,065
18	006 11	Jln. Jagung Suprpto (Lamongan)	2,310	2,310	100,00	-	-	-	-	-	-	2,630
19	007	Bts. Kota Lamongan - Bts. Kab. Gresik	5,472	4,772	87,21	0,700	12,79	-	-	-	-	2,979
20	007 11	Jln. P.B. Sudirman (Lamongan)	1,358	0,358	26,36	0,900	66,27	0,100	7,36	-	-	5,308
21	008	Bts. Kab. Lamongan - Bts. Kota Gresik	13,252	10,752	81,13	2,300	17,36	0,200	1,51	-	-	3,187
22	008 11	Jln. Dr. W.S. Husodo (Gresik)	6,513	4,408	67,68	2,105	32,32	-	-	-	-	3,675
23	008 12	Jln. Kartini (Gresik)	1,674	0,788	47,07	0,886	52,93	-	-	-	-	3,648
24	009 11	Jln. Veteran (Gresik)	2,755	2,263	82,14	0,492	17,86	-	-	-	-	3,260
25	009 12	Jln. Gresik (Surabaya)	11,400	8,600	75,44	2,600	22,81	0,200	1,75	-	-	3,529
26	009 13	Jln. Ikan Dorang Dan Ikan Kakap (Surabaya)	0,476	0,276	57,98	0,200	42,02	-	-	-	-	3,948
27	009 14	Jln. Tanjung Perak (Surabaya)	3,720	2,413	64,87	1,307	35,13	-	-	-	-	3,662
28	009 15	Jln. Sisingamangaraja (Jln. Jakarta) (Surabaya)	0,440	0,100	22,73	0,340	77,27	-	-	-	-	4,668
29	009 16	Jln. Sarwojalla (Surabaya)	0,481	0,288	59,88	0,193	40,12	-	-	-	-	4,330
30	009 17	Jln. Hang Tuah (Surabaya)	0,323	0,323	100,00	-	-	-	-	-	-	3,163
31	009 18	Jln. Dana Karya / Iskandar Muda (Surabaya)	0,623	0,415	66,61	0,208	33,39	-	-	-	-	3,847
32	009 19	Jln. Sidorame (Surabaya)	2,114	0,705	33,35	1,409	66,65	-	-	-	-	4,957
33	009 1A	Jln. Kapasari (Surabaya)	0,950	0,850	89,47	0,100	10,53	-	-	-	-	2,932
34	010	Bts. Kota Surabaya - Waru	0,811	0,811	100,00	-	-	-	-	-	-	2,406
35	010 11	Jln. Demak (Surabaya)	2,487	1,587	63,81	0,900	36,19	-	-	-	-	3,552
36	010 12	Jln. Kalibutih (Surabaya)	0,826	0,826	100,00	-	-	-	-	-	-	2,699
37	010 13	Jln. Arjuno (Surabaya)	1,439	1,439	100,00	-	-	-	-	-	-	2,478
38	010 14	Jln. Pasar K Embang (Surabaya)	0,752	0,552	73,40	0,200	26,60	-	-	-	-	3,608
39	010 15	Jln. Diponegoro (Surabaya)	2,702	2,603	96,34	0,099	3,66	-	-	-	-	2,905
40	010 16	Jln. Wonokromo (Surabaya)	1,157	1,157	100,00	-	-	-	-	-	-	2,962
41	010 17	Jln. Layang Wonokromo (Surabaya)	0,589	0,392	66,55	0,197	33,45	-	-	-	-	3,817
42	010 18	Jln. Ahmad Yani (Surabaya)	4,852	4,654	95,92	0,198	4,08	-	-	-	-	2,800
43	010 19	Jln. Layang Waru	0,530	0,400	75,47	0,130	24,53	-	-	-	-	3,528



Tabel 4.1 Data kondisi ruas jalan nasional provinsi Jawa Timur (lanjutan)

No. Urut	No.Ruas	Nama Ruas	Panjang (Km)	Baik		Sedang		Rusak Ringan		Rusak Berat		Rata-rata IRI
				(Km)	(%)	(Km)	(%)	(Km)	(%)	(Km)	(%)	
44	011 11	Jln. Kedung Cowek (Surabaya)	3,990	3,581	89,75	0,409	10,25	-	-	-	-	3,346
45	011 12	Jln. Kenjeran (Surabaya)	4,870	3,081	63,26	1,789	36,74	-	-	-	-	3,761
46	012	Waru - Bts. Kota Sidoarjo	5,816	4,300	73,93	0,816	14,03	0,600	10,32	0,100	1,72	3,910
47	012 11	Jln. Rm. Mangun Diprojo (Sidoarjo)	2,742	2,742	100,00	-	-	-	-	-	-	2,504
48	012 12	Jln. Jenggolo (Sidoarjo)	1,335	1,335	100,00	-	-	-	-	-	-	3,172
49	012 13	Jln. A. Yani (Sidoarjo)	0,905	0,905	100,00	-	-	-	-	-	-	2,612
50	012 14	Jln. Gajah Mada (Sidoarjo)	0,950	0,950	100,00	-	-	-	-	-	-	2,204
51	012 15	Jln. Mojopahit (Sidoarjo)	1,187	1,187	100,00	-	-	-	-	-	-	2,643
52	013 11	Jln. Akses Bandara Juanda (Sidoarjo)	3,248	2,843	87,53	0,405	12,47	-	-	-	-	3,089
53	013 12	Jln. Akses Bandara Juanda Baru (Sidoarjo)	1,637	0,306	18,69	1,331	81,31	-	-	-	-	4,568
54	014 11	Jln. Layang Sidoarjo	0,620	0,414	66,77	0,206	33,23	-	-	-	-	4,270
55	015	Bts. Kota Sidoarjo - Gempol	7,270	6,470	89,00	0,800	11,00	-	-	-	-	2,984
56	015 11	Jln. Gatot Subroto (Sidoarjo)	0,348	0,100	28,74	0,248	71,26	-	-	-	-	4,103
57	015 12	Jln. Sunandar P. Sudarmo (Sidoarjo)	1,175	0,391	33,28	0,784	66,72	-	-	-	-	4,908
58	015 13	Jln. Diponegoro (Sidoarjo)	0,990	0,891	90,00	0,099	10,00	-	-	-	-	3,346
59	015 14	Jln. Thamrin (Sidoarjo)	0,289	0,193	66,78	0,096	33,22	-	-	-	-	3,710
60	015 15	Jln. Candi (Sidoarjo)	1,308	1,308	100,00	-	-	-	-	-	-	2,628
61	016	Gempol - Bts. Kota Bangil	22,657	18,700	82,54	2,157	9,52	1,800	7,94	-	-	3,929
62	016 11	Jln. Pattimura (Bangil)	1,525	0,915	60,00	0,610	40,00	-	-	-	-	3,939
63	016 12	Jln. A. Yani (Bangil)	0,532	0,232	43,61	0,300	56,39	-	-	-	-	4,420
64	016 13	Jln. Untung Suropati (Bangil)	0,556	0,556	100,00	-	-	-	-	-	-	2,908
65	016 14	Jln. Jaks Agung Suprpto (Bangil)	0,393	0,393	100,00	-	-	-	-	-	-	2,390
66	016 15	Jln. Dr. Sutomo (Bangil)	0,574	0,574	100,00	-	-	-	-	-	-	2,818
67	016 16	Jln. Kartini (Bangil)	1,136	0,930	81,87	0,206	18,13	-	-	-	-	3,192
68	016 17	Jln. Gajah Mada (Bangil)	0,356	0,356	100,00	-	-	-	-	-	-	3,323
69	016 18	Jln. Diponegoro (Bangil)	0,368	0,268	72,83	0,100	27,17	-	-	-	-	3,233
70	017	Bts. Kota Bangil - Bts. Kota Pasuruan	8,374	3,874	46,26	2,700	32,24	1,300	15,52	0,500	5,97	5,461
71	017 11	Jln. A. Yani (Pasuruan)	0,389	0,389	100,00	-	-	-	-	-	-	2,435
72	017 12	Jln. Soekarno-Hatta (Pasuruan)	2,898	2,097	72,36	0,600	20,70	0,201	6,94	-	-	3,642
73	017 13	Jln. D.I. Panjaitan (Pasuruan)	0,165	0,065	39,39	0,100	60,61	-	-	-	-	5,030
74	017 14	Jln. Letjen Suprpto (Pasuruan)	0,440	-	-	0,100	22,73	0,340	77,27	-	-	8,595
75	017 15	Jln. Veteran (Pasuruan)	0,870	0,386	44,37	0,387	44,48	0,097	11,15	-	-	4,982
76	017 16	Jln. Ir. Juanda (Pasuruan)	2,633	2,532	96,16	0,101	3,84	-	-	-	-	2,673
77	018	Bts. Kota Pasuruan - Bts. Kab. Probolinggo	17,976	17,476	97,22	0,300	1,67	0,200	1,11	-	-	2,644
78	018 11	Jln. Gatot Subroto (Pasuruan)	2,887	2,389	82,75	0,398	13,79	0,100	3,46	-	-	3,132
79	018 12	Jln. Urip Sumoharjo (Pasuruan)	1,295	-	-	0,295	22,78	0,900	69,50	0,100	7,72	8,898
80	018 13	Jln. Untung Suropati (Pasuruan)	0,717	0,117	16,32	0,300	41,84	0,100	13,95	0,200	27,89	7,839
81	018 14	Jln. Dr. Setiabudi (Pasuruan)	0,818	0,716	87,53	0,102	12,47	-	-	-	-	2,881
82	018 15	Jln. K.H. Hasyim Ashari (Pasuruan)	0,911	-	-	0,211	23,16	0,500	54,88	0,200	21,95	9,053
83	018 16	Jln. Krampyanan - Bakalan (Pasuruan)	0,890	-	-	0,890	100,00	-	-	-	-	5,329
84	018 17	Jln. Hos. Cokroaminoto (Pasuruan)	2,293	0,693	30,22	0,600	26,17	0,800	34,89	0,200	8,72	6,675
85	018 18	Jln. Otto Iskandardinata (Pasuruan)	0,640	-	-	0,640	100,00	-	-	-	-	5,548
86	019	Bts. Kab. Pasuruan - Pilang (Bts. Kota Probolinggo)	11,854	11,654	98,31	0,200	1,69	-	-	-	-	2,458
87	020 11	Jln. Soekarno-Hatta (Pilang - Probolinggo) (Probolinggo)	3,450	3,249	94,17	0,201	5,83	-	-	-	-	2,628
88	020 12	Jln. P. Sudirman (Pilang - Probolinggo) (Probolinggo)	3,005	1,803	60,00	0,903	30,05	0,200	6,66	0,099	3,29	4,283
89	021	Bts. Kota Probolinggo - Paiton (Bts. Kab. Situbondo/Binor)	43,035	27,435	63,75	11,600	26,95	3,700	8,60	0,300	0,70	4,750
90	022	Paiton (Bts. Kab. Probolinggo/Binor) - Buduan	16,210	14,910	91,98	1,200	7,40	0,100	0,62	-	-	2,781
91	023	Buduan - Panarukan	28,040	25,840	92,15	2,100	7,49	-	-	0,100	0,36	3,008
92	024	Panarukan - Bts. Kota Situbondo	6,485	6,186	95,39	0,299	4,61	-	-	-	-	2,976
93	024 11	Jln. P.B. Sudirman (Situbondo)	2,409	2,108	87,51	0,301	12,49	-	-	-	-	2,911
94	025	Bts. Kota Situbondo - Bajulmati (Bts. Kab. Banyuwangi)	57,010	47,800	83,84	9,110	15,98	0,100	0,18	-	-	3,099
95	025 11	Jln. A. Yani (Situbondo)	0,950	0,950	100,00	-	-	-	-	-	-	2,328
96	025 12	Jln. Basuki Rachmat (Situbondo)	1,712	1,611	94,10	0,101	5,90	-	-	-	-	2,769
97	026	Bajulmati (Bts. Kab. Situbondo) - Ketapang	27,121	20,700	76,32	3,200	11,80	2,521	9,30	0,700	2,58	3,816

Sumber : Satker P2JN Surabaya, 2013

Dari data diatas dapat dilihat bahwa sebagian besar kondisi jalan dalam keadaan baik, namun dengan semakin meningkatnya beban lalu lintas, maka kedepannya perlu



program perencanaan dan pemeliharaan jalan yang harus direncanakan sebaik mungkin termasuk akan prediksi kondisi perkerasan jalan ditahun-tahun yang akan datang sebagai salah satu upaya untuk meningkatkan dan mempertahankan kondisi aset jalan nasional.

## 4.2 Data Penelitian

### 4.2.1 Data Teknis Jalan

Ruas jalan Bts. Kota Gresik – Sadang menghubungkan 2 kabupaten yaitu kabupaten Gresik dan Kabupaten Lamongan. Ruas jalan ini menjadi penting sebagai alternatif dari Gresik menuju Tuban dan sebaliknya. Selain itu, adanya pembangunan pelabuhan baru di Gresik akan memacu pengembangan wilayah disekitar Gresik – Lamongan sehingga membutuhkan infrastruktur jalan dalam kondisi mantap untuk melayani arus transportasi dari dan menuju pelabuhan tersebut. Sadang juga merupakan sumber (*quarry*) material pasir, tanah dasar dan batu untuk pembangunan jalan dan bangunan baik yang akan didistribusikan ke Gresik, maupun ke Lamongan dan Tuban sehingga keberadaan ruas jalan ini sangat penting untuk mendukung kelancaran aktifitas tersebut.



Gambar 4.2 Kondisi ruas jalan Gresik – Sadang (arah Tuban)

Ruas jalan ini memiliki panjang total 33 km mulai dari km Sby + 27 (Gresik) sampai dengan km Sby + 60 (Lamongan), namun ruas jalan yang akan diteliti difokuskan pada km Sby 44 + 000 sampai dengan km Sby 53 + 900. Disepanjang



ruas jalan ini terdapat beberapa pabrik dan *quarry* material sehingga kadangkala beban yang melintas di jalan ini lebih besar dari yang diijinkan (MST 8 ton), keadaan ini semakin lama akan menyebabkan kondisi ruas jalan ini cepat rusak dan umur rencana jalan akan lebih pendek dari pada yang direncanakan.

Untuk memudahkan melihat data-data ruas jalan yang sedang diteliti, maka berikut ini ditabelkan data teknis jalan hasil survei inventori, seperti ditunjukkan dalam tabel 4.2 dibawah ini.

Tabel 4.2 Data teknis jalan Gresik- Sadang

No.	Uraian	Data teknis jalan
1	Nama ruas	Gresik - Sadang
2	Panjang ruas jalan (km)	33
3	Jumlah jalur	1
4	Jumlah lajur	2
5	Lebar lajur (m)	3,5
6	Lebar bahu (m)	2
7	Tipe jalan	2/2 UD
8	Status jalan	Nasional
9	Fungsi	Arteri Sekunder
10	Jenis perkerasan jalan	Hotmix
11	Material bahu	Agregat S
12	MST Jalan	8 ton

Sumber : Hasil survei, 2014

#### 4.2.2 Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas merupakan jumlah kendaraan yang melewati suatu penampang tertentu pada suatu ruas jalan tertentu dalam satuan waktu tertentu. Data volume lalu lintas sangat sebagai dasar untuk menentukan tebal perkerasan, lebar jalan efektif dan sebagai bahan evaluasi ditahun-tahun mendatang baik untuk merencanakan pelebaran maupun peningkatan struktur jalan.

Kondisi volume lalu lintas disepanjang ruas jalan Gresik - Sadang terus mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Sebagai jalur alternatif yang menghubungkan beberapa kabupaten, dan semakin banyaknya pabrik yang berdiri



disekitar ruas jalan ini, jumlah kendaraan diperkirakan akan terus meningkat, dari hasil pengamatan dilapangan jenis kendaraan berat truk 2 sumbu dengan konfigurasi sumbu 1.2 dan 1.22 yang pada umumnya digunakan untuk mengangkut material tanah, pasir, batu, besi, semen maupun barang lainnya mendominasi jenis kendaraan yang melintasi disepanjang ruas jalan ini. Tabel 4.3 berikut ini memperlihatkan jenis kendaraan yang melintas di sepanjang ruas jalan ini sesuai dengan jenisnya :

Tabel 4.3 Jumlah kendaraan menurut jenisnya

No.	Jenis Kendaraan	Konfigurasi Sumbu	Jumlah
1	Sepeda motor	1.1	13.930
2	Sedan/Jeep	1.1	7.638
3	Mikrolet	1.1	6.249
4	Minibus	1.2	385
5	Bus Besar	1.2	27
6	Truk 2 sumbu	1.2	1.636
7	Truk 3 sumbu	1.22	449
8	Trailer	1.2-22	101

Sumber : Satker P2JN Surabaya, 2012

Dari tabel 4.3 diatas dapat dilihat volume lalu lintas yang cukup padat disepanjang ruas jalan ini. Untuk mempertahankan umur layanan jalan agar fungsi dan kondisinya tetap terjaga dengan baik, maka diperlukan program pemeliharaan dan peningkatan jalan seiring dengan bertambahnya beban lalu lintas di lokasi ini.

#### 4.2.3 Kondisi Lingkungan

Kondisi lingkungan, iklim tropis berupa tingginya curah hujan dan panasnya matahari merupakan masalah teknis yang memerlukan pemikiran cara mengatasi permasalahannya. Demikian juga di lokasi-lokasi yang kondisi tanahnya jelek, berupa tanah lembek ataupun super ekspansif, juga membutuhkan penanganan teknis yang khusus. Kondisi tanah dasar, kondisi iklim seperti suhu, kelembapan dan curah hujan sangat berpengaruh terhadap umur perkerasan jalan terutama jalan dengan perkerasan lentur (*flexible pavement*). Curah hujan yang tinggi akan mempercepat terjadinya *stripping process*, yaitu mengelupasnya



lekatan aspal terhadap agregat. Untuk mengurangi agar air hujan tidak menggenangi permukaan jalan, maka perencanaan *Detail Engineering Design* (DED) dan drainase jalan yang sesuai sangat diperlukan, karena pada umumnya kerusakan jalan lebih disebabkan oleh repetisi beban berlebih dan genangan air pada permukaan perkerasan jalan. Dalam penelitian ini, data curah hujan digunakan sebagai data untuk menentukan faktor regional (kondisi lingkungan) lokasi penelitian. Data curah hujan rata-rata pada lokasi penelitian dapat dilihat pada tabel 4.4 dibawah ini.

Tabel 4.4 Jumlah hujan rata-rata menurut bulan

No.	Bulan	Rata-rata Curah Hujan (mm)					
		2008	2009	2010	2011	2012	2013
1	Januari	273	136	288	166	484	324
2	Februari	217	200	268	165	164	156
3	Maret	371	349	261	211	226	186
4	April	278	97	236	265	78	233
5	Mei	322	63	245	168	209	149
6	Juni	108	25	94	-	150	125
7	Juli	-	-	219	-	-	105
8	Agustus	36	-	15	-	-	-
9	September	16	-	176	-	-	-
10	Oktober	218	-	300	55	20	25
11	Nopember	256	62	183	188	14	102
12	Desember	324	86	232	303	358	265
	Jumlah	2,419	1,018	2,517	1,521	1,703	1,670
	Rata-rata	219.91	127.25	209.75	190.13	189.22	167.00

Sumber : BMKG Karangploso Malang, 2014

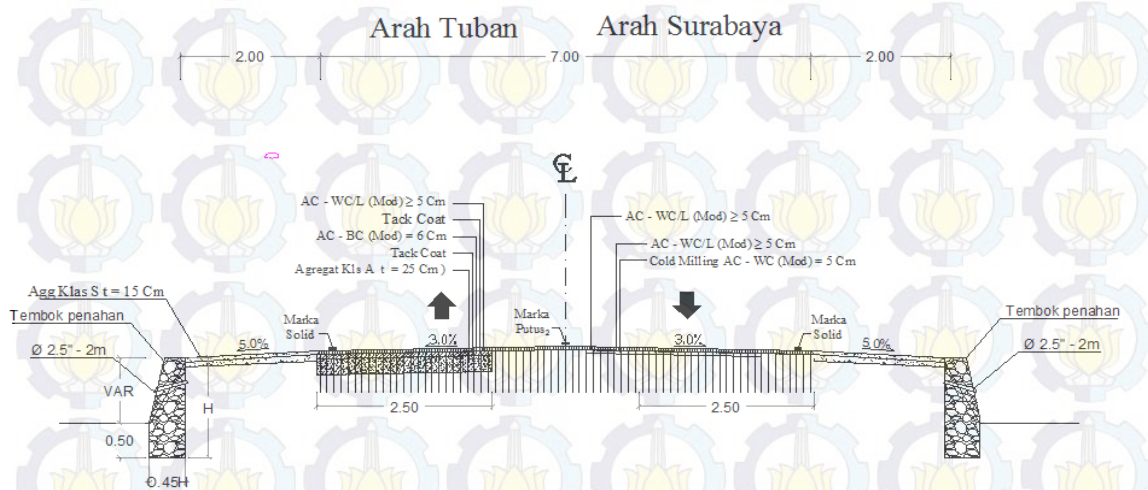
#### 4.2.4 Struktur Perkerasan Jalan

Lapisan perkerasan jalan berfungsi untuk menerima beban lalu-lintas dan menyebarkannya ke lapisan di bawahnya terus ke tanah dasar. Dari data yang diperoleh, jenis perkerasan jalan yang digunakan pada ruas jalan ini menggunakan perkerasan lentur (aspal) yang terdiri dari 4 jenis lapisan perkerasan yaitu tanah dasar, lapis pondasi bawah (agregat kelas B), lapis pondasi atas (agregat kelas A) dan lapis permukaan (AC-WC) seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.3. Data ini diperoleh dari data peningkatan struktur pada ruas jalan Gresik – Sadang pada tahun 2012 dan untuk mempermudah proses perhitungan pada sepanjang daerah



lokasi penelitian, diasumsikan data tebal dan jenis struktur perkerasan adalah sama, karena ruas jalan yang diteliti menggunakan jenis perkerasan lentur sehingga dapat dianggap sama dari km Sby 44 + 000 s/d Km 53 + 900.

Pemilihan jenis perkerasan akan bervariasi terhadap jenis tanah dasar, arus lalu lintas dan umur rencana yang diharapkan, serta kasus dari jalan yang akan ditangani. Dengan semakin meningkatnya beban lalu lintas dikombinasi dengan tingginya curah hujan, maka perkerasan lentur kurang efektif dan perkerasan kaku bisa menjadi pilihan, namun seiring dengan terbatasnya anggaran untuk pembangunan dan pemeliharaan jalan maka alternatif yang dapat digunakan adalah penggunaan lapis pondasi yang distabilisasi salah satunya menggunakan *Cement Treated Base* (CTB), yaitu suatu lapis pondasi agregat yang lebih ditingkatkan kualitasnya dengan tambahan semen dan dipadatkan pada kadar air optimum. *Cement Treated Base* (CTB) menawarkan penghematan yang signifikan dibanding perkerasan lapis pondasi berbutir untuk jalan yang dilewati lalu lintas sedang dan berat. Biaya CTB tersebut lebih murah secara tipikal untuk kisaran beban sumbu 2,5 sampai 30 juta CESA tergantung pada harga material setempat dan kemampuan kontraktor. CTB juga menghemat penggunaan aspal dan material berbutir, kurang sensitif terhadap air dibandingkan dengan lapis pondasi berbutir, dan juga dengan biaya yang lebih murah dibandingkan dengan lapisan aspal yang berlapis-lapis. Dari data dilapangan diperoleh tebal lapis permukaan (AC-WC dan AC-BC) sebesar 12 cm, tebal lapis pondasi atas 25 cm, dan tebal lapis pondasi bawah 25 cm.



Gambar 4.3 Struktur perkerasan jalan (Satker P2JN, 2012)



#### 4.2.5 Nilai CBR Tanah Dasar

Tanah dasar merupakan bagian yang mendukung struktur perkerasan dan perlu dipadatkan sebelum lapisan perkerasan dihampar, minimal sampai dengan ketebalan 30 cm dibawah permukaan *subgrade* harus padat. Lapisan tanah dasar mempunyai daya dukung dan kepadatan yang berbeda-beda sesuai jenis tanah yang di dasarkan pada nilai CBR yang dapat dilihat pada tabel 4.5 dibawah ini.

Tabel 4.5 Klasifikasi tanah dasar

No.	Klasifikasi Tanah Dasar	Jenis Tanah	Nilai CBR (%)
1	Baik sekali	Tanah pasir berbatu	> 24
2	Baik	Tanah pasir	8 - 24
3	Sedang	Tanah liat	5 - 8
4	Jelek	Tanah liat mengandung organik	3 - 5
5	Jelek sekali	Tanah rawa/lumpur	2 - 3

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 2009

Nilai CBR tanah dasar dilokasi penelitian diperoleh dari data hasil pengujian dilaboratorium oleh P2JN. Nilai CBR tersebut bervariasi seperti yang ditunjukkan dalam tabel 4.6 dibawah ini.

Tabel 4.6 Nilai CBR lokasi penelitian

No.	Nilai CBR	Segmen Jalan
1	4,51	Km Sby 44 + 000
2	3,62	Km Sby 45 + 500
3	3,32	Km Sby 46 + 000
4	3,39	Km Sby 47 + 500
5	3,26	Km Sby 48 + 400
6	3,65	Km Sby 49 + 900
7	4,12	Km Sby 50 + 600
8	3,96	Km Sby 51 + 100
9	3,98	Km Sby 52 + 600
10	4,51	Km Sby 53 + 100

Sumber : Satker P2JN, 2014

Dari data diatas dapat dilihat bahwa jenis tanah dasar dilokasi penelitian termasuk dalam klasifikasi yang jelek sehingga untuk perencanaan kedepannya untuk



meningkatkan daya dukung tanah maka dapat direncanakan stabilisasi tanah dasar dan lapis pondasi.

#### 4.2.6 Data Lendutan FWD Jalan

Penilaian kekuatan struktur perkerasan yang ada, didasarkan atas lendutan yang dihasilkan dari pengujian lendutan langsung dengan menggunakan alat *Falling Weight Deflectometer* (FWD) dengan menggunakan variasi beban 30 KN, 40 KN dan 55 KN. Pengujian menggunakan alat FWD bersifat non destruktif atau tidak merusak perkerasan jalan dengan menggunakan beban tumbukan (*impuls*) setara dengan beban yang diterima oleh perkerasan jalan. Dari 7 buah *deflector*, lendutan yang digunakan adalah lendutan pada pusat beban ( $d_{f1}$ ). Agar dapat memberikan hasil yang maksimal, maka nilai lendutan ini harus dikoreksi dengan faktor muka air tanah (faktor musim) dan koreksi temperatur serta faktor koreksi beban uji (bila beban uji tidak tepat sebesar 4,08 ton). Dari data yang di peroleh dari Satker P2JN Surabaya (2014), berikut ini ditampilkan data lendutan hasil pengujian alat FWD diruas jalan Gresik – Sadang baik untuk arah pengujian Tuban dan Surabaya. Data ini nantinya digunakan untuk merencanakan program penanganan jalan baik akibat bertambahnya umur jalan maupun karena pengaruh peningkatan beban lalu lintas.

Tabel 4.7 Data lendutan langsung arah Tuban

No.	Km	Teg (Kpa)	Lendutan langsung/FWD (mm)							Temperatur (°C)	
			$d_{f1}$	$d_{f2}$	$d_{f3}$	$d_{f4}$	$d_{f5}$	$d_{f6}$	$d_{f7}$	Tu	Tp
1	29,000	349,37	0,146	0,119	0,096	0,076	0,063	0,049	0,039	34,5	41,9
2	29,500	173,81	0,439	0,291	0,211	0,159	0,120	0,093	0,068	33,5	40,3
3	30,000	165,99	0,398	0,268	0,201	0,161	0,132	0,111	0,093	31,5	38,7
4	30,500	165,25	0,306	0,235	0,188	0,156	0,130	0,112	0,095	32,5	40,8
5	31,000	134,77	0,430	0,285	0,224	0,190	0,161	0,137	0,117	33,0	42,6
6	31,500	141,39	0,404	0,275	0,212	0,180	0,151	0,130	0,112	34,5	43,3
7	32,000	127,56	0,505	0,338	0,252	0,206	0,166	0,145	0,122	31,5	42,2
8	32,500	135,82	0,422	0,302	0,230	0,191	0,160	0,136	0,113	33,5	41,8
9	33,000	166,54	0,494	0,298	0,208	0,165	0,133	0,107	0,084	32,5	39,8
10	33,500	128,42	0,572	0,285	0,197	0,172	0,152	0,134	0,119	31,5	41,7
11	34,000	168,42	0,433	0,260	0,187	0,155	0,128	0,110	0,092	32,4	43,5
12	34,500	202,03	0,513	0,274	0,163	0,113	0,085	0,070	0,060	34,5	40,6
13	35,000	189,90	0,583	0,291	0,151	0,092	0,067	0,051	0,042	34,5	43,7
14	35,500	202,03	0,513	0,274	0,163	0,113	0,085	0,070	0,060	34,5	42,8



Tabel 4.7 Data lendutan langsung arah Tuban (lanjutan)

No.	Km	Teg (Kpa)	Lendutan langsung/FWD (mm)							Temperatur (°C)	
			d <sub>f1</sub>	d <sub>f2</sub>	d <sub>f3</sub>	d <sub>f4</sub>	d <sub>f5</sub>	d <sub>f6</sub>	d <sub>f7</sub>	Tu	Tp
15	36,000	202,03	0,513	0,274	0,163	0,113	0,085	0,070	0,060	34,5	41,4
16	36,500	200,27	0,552	0,277	0,138	0,084	0,063	0,047	0,042	33,5	41,7
17	37,000	175,10	0,633	0,274	0,137	0,066	0,035	0,022	0,017	30,5	39,6
18	40,500	202,03	0,513	0,274	0,163	0,113	0,085	0,070	0,060	34,5	43,2
19	41,000	256,60	0,349	0,216	0,131	0,088	0,065	0,053	0,044	33,5	40,8
20	41,500	165,25	0,306	0,235	0,188	0,156	0,130	0,112	0,095	32,5	40,4
21	42,000	134,77	0,430	0,285	0,224	0,190	0,161	0,137	0,117	33,0	41,6
22	42,500	141,39	0,404	0,275	0,212	0,180	0,151	0,130	0,112	34,5	43,6
23	43,000	128,42	0,572	0,285	0,197	0,172	0,152	0,134	0,119	31,5	38,2
24	43,500	168,42	0,433	0,260	0,187	0,155	0,128	0,110	0,092	32,4	43,8
25	44,000	216,73	0,441	0,256	0,150	0,098	0,071	0,057	0,047	31,5	39,4
26	44,500	199,73	0,555	0,240	0,139	0,099	0,074	0,065	0,058	33,5	43,2
27	52,400	202,03	0,513	0,274	0,163	0,113	0,085	0,070	0,060	34,5	41,6
28	52,900	256,60	0,349	0,216	0,131	0,088	0,065	0,053	0,044	33,5	42,2
29	56,700	164,64	0,673	0,329	0,191	0,132	0,102	0,083	0,063	32,5	41,8
30	57,200	189,90	0,583	0,291	0,151	0,092	0,067	0,051	0,042	34,5	43,5
31	57,700	165,05	0,622	0,336	0,202	0,132	0,091	0,069	0,055	31,5	41,2
32	58,200	345,23	0,291	0,160	0,096	0,063	0,047	0,036	0,030	32,5	40,6
33	58,700	200,27	0,552	0,277	0,138	0,084	0,063	0,047	0,042	33,5	43,2
34	59,200	471,48	0,211	0,116	0,078	0,059	0,045	0,036	0,031	33,5	39,7

Sumber : Satker P2JN Surabaya, 2014

Tabel 4.8 Data lendutan langsung arah Surabaya

No.	Km	Teg (Kpa)	Lendutan langsung/FWD (mm)							Temperatur (°C)	
			d <sub>f1</sub>	d <sub>f2</sub>	d <sub>f3</sub>	d <sub>f4</sub>	d <sub>f5</sub>	d <sub>f6</sub>	d <sub>f7</sub>	Tu	Tp
1	29,000	349,37	0,367	0,227	0,177	0,147	0,132	0,116	0,102	34,5	41,9
2	29,500	173,81	0,303	0,212	0,169	0,138	0,117	0,098	0,082	33,5	40,3
3	30,000	165,99	0,409	0,256	0,198	0,160	0,138	0,117	0,098	31,5	38,7
4	30,500	165,25	0,176	0,128	0,100	0,091	0,087	0,077	0,066	32,5	40,8
5	31,000	134,77	0,138	0,098	0,096	0,086	0,075	0,067	0,063	33,0	42,6
6	31,500	141,39	0,467	0,307	0,233	0,190	0,153	0,135	0,117	34,5	43,3
7	32,000	127,56	0,374	0,260	0,204	0,167	0,145	0,120	0,102	31,5	42,2
8	32,500	135,82	0,411	0,250	0,192	0,161	0,132	0,112	0,096	33,5	41,8
9	33,000	166,54	0,443	0,292	0,214	0,178	0,149	0,124	0,105	32,5	39,8
10	33,500	128,42	0,428	0,258	0,189	0,152	0,140	0,114	0,100	31,5	41,7
11	34,000	168,42	0,228	0,128	0,083	0,064	0,056	0,051	0,046	32,4	43,5
12	34,500	202,03	0,147	0,047	0,023	0,019	0,017	0,016	0,014	34,5	40,6
13	35,000	189,90	0,122	0,049	0,034	0,032	0,029	0,028	0,025	34,5	43,7



Tabel 4.8 Data lendutan langsung arah Surabaya (lanjutan)

No.	Km	Teg (Kpa)	Lendutan langsung/FWD (mm)							Temperatur (°C)	
			d <sub>f1</sub>	d <sub>f2</sub>	d <sub>f3</sub>	d <sub>f4</sub>	d <sub>f5</sub>	d <sub>f6</sub>	d <sub>f7</sub>	Tu	Tp
14	35,500	202,03	0,235	0,130	0,074	0,051	0,040	0,031	0,025	34,5	42,8
15	36,000	202,03	0,302	0,161	0,085	0,048	0,029	0,020	0,016	34,5	41,4
16	36,500	200,27	0,158	0,050	0,016	0,006	0,003	0,002	0,003	33,5	41,7
17	37,000	175,10	0,111	0,028	0,010	0,004	0,002	0,003	0,001	30,5	39,6
18	40,500	202,03	0,052	0,012	0,002	0,004	0,003	0,006	0,004	34,5	43,2
19	41,000	256,60	0,247	0,161	0,105	0,070	0,051	0,039	0,030	33,5	40,8
20	41,500	165,25	0,224	0,157	0,106	0,077	0,057	0,045	0,037	32,5	40,4
21	42,000	134,77	0,455	0,279	0,178	0,117	0,077	0,057	0,044	33,0	41,6
22	42,500	141,39	0,125	0,081	0,053	0,037	0,026	0,020	0,016	34,5	43,6
23	43,000	128,42	0,127	0,074	0,050	0,040	0,032	0,027	0,023	31,5	38,2
24	43,500	168,42	0,551	0,246	0,134	0,095	0,075	0,063	0,048	32,4	43,8
25	44,000	216,73	0,385	0,228	0,134	0,089	0,068	0,058	0,049	31,5	39,4
26	44,500	199,73	0,258	0,189	0,137	0,097	0,070	0,056	0,046	33,5	43,2
27	52,400	202,03	0,633	0,274	0,137	0,066	0,035	0,022	0,017	34,5	41,6
28	52,900	256,60	0,265	0,209	0,160	0,119	0,086	0,061	0,045	33,5	42,2
29	56,700	164,64	0,355	0,223	0,143	0,100	0,081	0,069	0,058	32,5	41,8
30	57,200	189,90	0,413	0,195	0,128	0,093	0,090	0,087	0,070	34,5	43,5
31	57,700	165,05	0,445	0,284	0,187	0,139	0,114	0,096	0,081	31,5	41,2
32	58,200	345,23	0,555	0,240	0,139	0,099	0,074	0,065	0,058	32,5	40,6
33	58,700	200,27	0,441	0,256	0,150	0,098	0,071	0,057	0,047	33,5	43,2
34	59,200	471,48	0,185	0,066	0,043	0,037	0,030	0,024	0,021	33,5	39,7
35	59,700	267,90	0,353	0,196	0,122	0,086	0,064	0,051	0,043	31,5	38,4
36	60,200	452,78	0,648	0,282	0,146	0,086	0,067	0,045	0,035	34,5	41,5

Sumber : Satker P2JN Surabaya, 2014

Dari data tersebut diatas dapat dilihat nilai lendutan yang berbeda cukup signifikan antara nilai lendutan arah Tuban dan Surabaya. Lendutan langsung arah Tuban jauh lebih besar bila dibandingkan dengan arah Surabaya, hal ini dapat dijelaskan bahwa arus lalu lintas yang menuju Tuban dengan tonase yang lebih besar jauh lebih tinggi bila dibandingkan yang menuju arah Surabaya. Data lendutan diatas kemudian akan dikoreksi untuk dapat menentukan tebal lapis tambah yang diperlukan untuk dapat mempertahankan kondisi jalan hingga 10 tahun kedepannya.



#### 4.2.7 Angka Ekvivalen Kendaraan

Konstruksi perkerasan jalan menerima beban lalu lintas yang kemudian dilimpahkan melalui roda-roda kendaraan. Besarnya beban yang dilimpahkan tersebut tergantung dari berat total kendaraan, konfigurasi sumbu, bidang kontak antara roda dan perkerasan dan kecepatan kendaraan. Angka ekivalen kendaraan merupakan angka yang menunjukkan jumlah lintasan dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton yang akan menyebabkan kerusakan yang sama (*vehicle damage factor*, *VDF*) atau penurunan indeks permukaan yang sama apabila kendaraan tersebut lewat satu kali. Dalam penelitian ini, nilai VDF digunakan untuk menentukan besarnya nilai *Cumulative Equivalent Standard Axle Load* (CESAL) yang nantinya akan digunakan sebagai variabel dalam memprediksi kondisi perkerasan jalan ditahun-tahun berikutnya.

Nilai VDF yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 3, yaitu nilai VDF yang rumuskan oleh Bina Marga (VDF Bina Marga, 2005), nilai VDF perencanaan jalan (VDF Rencana, 2012), dan nilai VDF sebenarnya (VDF Aktual). Berikut ini merupakan tabel yang menunjukkan nilai VDF Bina Marga dan VDF Rencana.

Tabel 4.9 Nilai VDF Bina Marga dan Rencana

No.	Gol. Kendaraan	Jenis Kendaraan	VDF Bina Marga	VDF Rencana
1	2	Mobil Penumpang	0,0005	0,0011
2	3	Pick Up, Combi	0,3006	0,331
3	4	Truk Kecil	0,3006	0,331
4	5a	Bus Kecil	0,3006	0,331
5	5b	Bus Besar	0,9723	0,9889
6	6	Truk 2 as 6 roda	2,3964	2,8994
7	7a	Truk 3 as 10 roda	2,3285	3,0832
8	7b	Truk gandeng, semi trailer	6,5409	7,2531

Sumber : Bina Marga, 2005

Untuk menentukan besarnya nilai CESAL kendaraan, nilai VDF yang telah ditentukan sebelumnya ini kemudian dikalikan dengan besarnya volume lalu lintas (LHR) untuk masing-masing setiap jenis kendaraan.



#### **4.2.8 Jadwal Pelaksanaan Pemeliharaan**

Berdasarkan Petunjuk Teknis Perencanaan dan Penyusunan Program Jalan Nasional maka jadwal pelaksanaan pekerjaan pemeliharaan maupun peningkatan jalan dilaksanakan mulai bulan Maret sampai dengan bulan Nopember (sembilan bulan efektif dalam satu tahun anggaran), setiap tahunnya. Pemeliharaan rutin biasanya dilakukan sepanjang tahun pada ruas jalan dengan jenis kerusakan baik dan sedang, sedangkan pemeliharaan berkala dilakukan pada periode tertentu untuk jenis kerusakan rusak ringan, sedangkan peningkatan struktur dilakukan terhadap ruas jalan yang mengalami kerusakan berat. Kegiatan pemeliharaan ini perlu dilaksanakan untuk mempertahankan dan mengembalikan kondisi jalan seiring bertambahnya umur perkerasan jalan dan beban lalu lintas.

#### **4.3 Data Primer**

Data primer dalam penelitian ini diperoleh dari hasil pengukuran dilapangan yaitu survei kerusakan jalan. Dalam penelitian ini, metode analisis *Road Condition Index* (RCI) digunakan sebagai dasar untuk menghitung nilai RCI per km dilokasi penelitian yang nantinya akan digunakan sebagai dasar untuk menentukan nilai *International Roughnes Index* (IRI) awal untuk perhitungan perkiraan kondisi perkerasan jalan di tahun-tahun mendatang . Data nilai RCI yang telah diperoleh tersebut kemudian akan dikonversikan kedalam nilai IRI sesuai dengan persamaan pada bab 2 dalam penelitian ini.

##### **4.3.1 Survei Kerusakan Jalan**

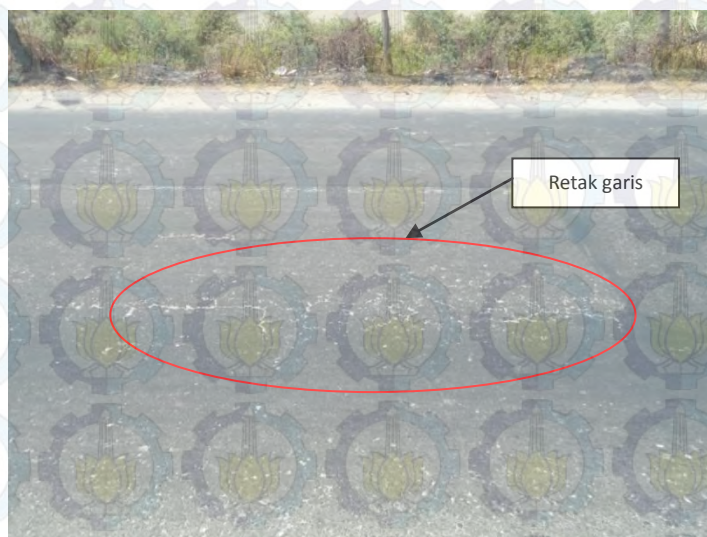
Survei kerusakan jalan dilakukan untuk mengetahui kondisi perkerasan jalan di ruas jalan Bts. Kota Gresik – Sadang saat ini. Survei menggunakan metode RCI, yaitu survey secara visual dengan mengukur luasan dan volume dari setiap jenis kerusakan yang terjadi. Dari hasil survei kemudian dapat dihitung nilai RCI yang selanjutnya dikonversi terhadap nilai IRI untuk mendapatkan nilai IRI awal ( $RI_0$ ). Dari pengamatan dilapangan yang dilakukan pada bulan Oktober dan Nopember 2014 terdapat beberapa jenis kerusakan jalan yang didominasi oleh jenis kerusakan retak (*cracking*) baik retak garis maupun retak buaya, alur (*rutting*), keriting dan ambles (*grade depressions*). Dari penjelasan di bab 2, kerusakan jalan pada umumnya diawali oleh terjadinya retak yang lama kelamaan



akan berkembang seiring dengan meningkatnya beban lalu lintas (repetisi beban) menjadi alur, pelepasan butir dan pada akhirnya menjadi lubang dan amblas. Karena itu penanganan dini terjadinya kerusakan retak sangat penting dilaksanakan untuk menghindari terjadinya jenis kerusakan yang lebih besar lagi yang membutuhkan biaya penanganan yang akan jauh lebih besar.

#### **4.3.1.1 Retak Garis (*hair cracks*)**

Dari survei dilapangan ditemukan kerusakan retak halus dengan lebar celah lebih kecil atau sama dengan 3 mm. Pada umumnya penyebab retak halus adalah akibat bahan perkerasan yang kurang baik, tanah dasar, atau bagian perkerasan dibawah lapis permukaan kurang stabil. Retak halus ini dapat meresapkan kedalam lapis permukaan dan kelamaan akan berkembang menjadi retak buaya.



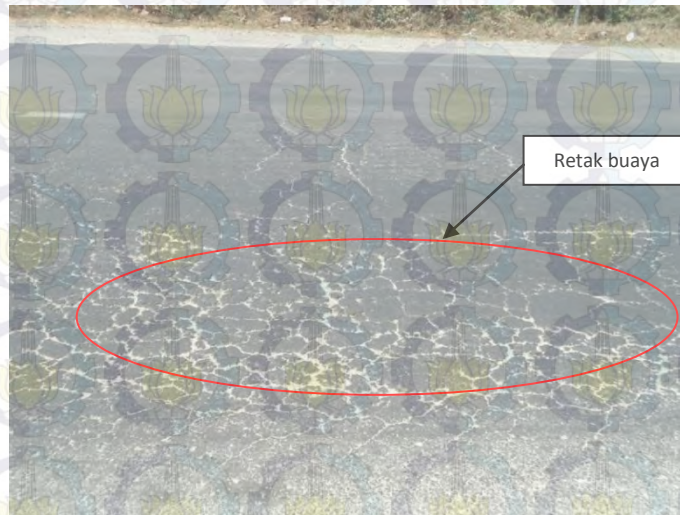
Gambar 4.4 Retak garis (Hasil survei, 2014)

#### **4.3.1.2 Retak Kulit Buaya (*alligator cracks*)**

Kerusakan jenis retak kulit buaya terjadi apabila lebar celah lebih besar atau sama dengan 3 mm dengan ciri-ciri kerusakan saling merangkai membentuk serangkaian kotak-kotak kecil yang menyerupai kulit buaya. Retak ini umumnya disebabkan oleh bahan perkerasan yang kurang baik, pelapukan permukaan, tanah dasar atau bagian perkerasan dibawah lapisan permukaan kurang stabil, atau bahan lapis pondasi dalam keadaan jenuh air. Daerah dimana terjadi retak kulit buaya luas biasanya disebabkan oleh repetisi beban lalu lintas yang melampaui



beban yang dapat dipikul oleh lapisan permukaan tersebut. Retak kulit buaya dapat diresapi oleh air sehingga lama kelamaan akan menimbulkan lubang akibat terlepasnya butir-butir agregat. Retak kulit buaya dapat dipelihara dengan menggunakan lapisan burda, burtu ataupun lataston.

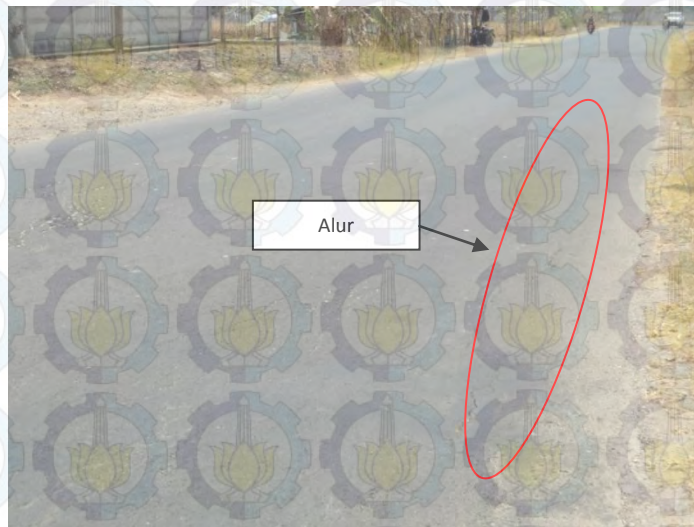


Gambar 4.5 Retak kulit buaya (Hasil survei, 2014)

#### 4.3.1.3 Alur (*ruts*)

Dari hasil survei dilapangan, pada beberapa segmen jalan, selain retak, kerusakan lainnya yang sering dijumpai yaitu alur. Alur biasanya terjadi pada lintasan roda sejajar dengan as jalan. Terjadinya alur biasanya disebabkan oleh lapis perkerasan yang kurang padat, dengan demikian terjadi tambahan pemadatan akibat repetisi beban lalu lintas pada lintasan roda. Campuran aspal dengan stabilitas rendah dapat pula menimbulkan deformasi plastis. Perbaikan dapat dilakukan dengan memberi lapisan tambahan dari lapis permukaan yang sesuai.





Gambar 4.6 Alur (Hasil survei, 2014)

#### 4.3.1.4 Keriting/Corrugation

Keriting merupakan jenis kerusakan yang terjadi akibat kurangnya ikatan antar lapisan permukaan dan lapis dibawahnya atau akibat terlalu tipisnya lapis permukaan. Penyebab kerusakan ini adalah rendahnya stabilitas campuran yang berasal dari terlalu tingginya kadar aspal, terlalu banyak menggunakan agregat halus, agregat berbentuk bulat dan berpemukaan penetrasi yang tinggi.



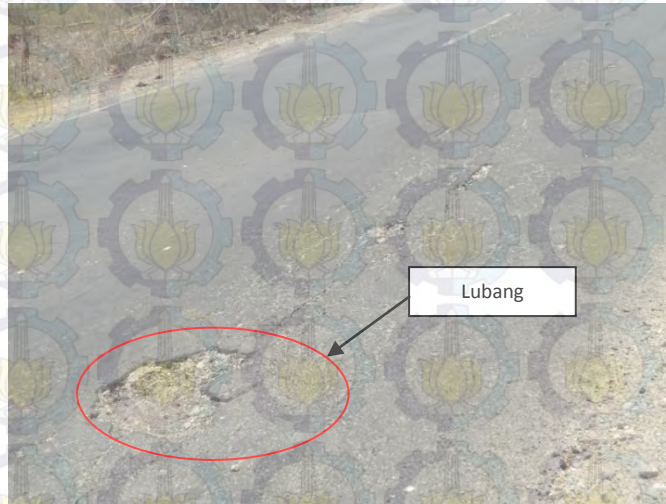
Gambar 4.7 Keriting (Hasil survei, 2014)

#### 4.3.1.5 Lubang (*potholes*)

Pada beberapa titik diruas jalan Gresik – Sadang terdapat jenis kerusakan lubang. Lubang dapat menampung dan meresapkan air kedalam lapis permukaan



yang menyebabkan kerusakan jalan bertambah parah. Pada umumnya retak-retak yang terjadi yang tidak segera ditangani sehingga air meresap dapat mengakibatkan terjadinya lubang-lubang kecil, akibat repetisi beban dikombinasi dengan air maka lubang-lubang tersebut lama kelamaan akan bertambah besar.



Gambar 4.8 Lubang (Hasil survei, 2014)

#### 4.3.1.6 Ambles (*Grade Depressions*)

Ambles biasanya terjadi setempat, dengan atau tanpa retak. Ambles dapat terdeteksi dengan adanya air tergenang. Air yang tergenang dapat meresap ke dalam lapis perkerasan yang akhirnya menimbulkan lubang. Penyebab ambles adalah akibat beban kendaraan melebihi standar yang diijinkan dan akibat tanah dasar mengalami penurunan (*settlement*).



Gambar 4.9 Ambles (Hasil survei, 2014)



#### 4.3.1.7 Bahu Jalan

Kondisi bahu jalan turut berpengaruh terhadap kinerja perkerasan jalan yaitu sebagai penopang badan/perkerasan jalan. Dari hasil survei, beberapa titik menggunakan agregat kelas S dan tanah yang dipadatkan sebagai material bahu jalan dengan ditopang oleh tembok penahan untuk menghindari terjadinya *settlement* atau penurunan tanah dasar.



Gambar 4.10 Bahu jalan (Hasil survei, 2014)

#### 4.3.1.8 Drainase Jalan

Drainase jalan memiliki peranan yang penting terhadap kondisi perkerasan jalan terutama dalam mengalirkan air hujan agar tidak tergenang diatas permukaan perkerasan jalan. Jika desain perkerasan baik dan saluran drainase berfungsi dengan baik maka umur perkerasan jalan dapat dipertahankan sesuai dengan umur rencana jalan. Dari survei dilapangan, ruas jalan Gresik – Sadang belum seluruhnya dilengkapi dengan drainase yang memadai, kondisi drainase saat ini yang ada dilokasi penelitian masih belum semua ruas dibangun saluran drainase tetapi pada umumnya menggunakan ambang pengaman jalan yang posisinya lebih rendah dari badan jalan sebagai saluran drainase yang langsung mengalirkan air kesisi luar badan jalan. Kondisi ini turut berpengaruh terhadap kondisi jalan, sehingga saluran drainase jalan harus segera dibangun untuk menghindari kerusakan akibat genangan air dipermukaan perkerasan jalan.





Gambar 4.11 Kondisi drainase jalan (Hasil survei, 2014)

#### 4.4 Rekapitulasi Data Penelitian

Dari keseluruhan tampilan data yang sudah dijelaskan pada sub bab sebelumnya, untuk mempermudah proses penelitian, maka berikut ini dapat disusun rekapitulasi keseluruhan data yang diolah dalam penelitian ini seperti yang ditunjukkan dalam tabel 4. 10 dibawah ini:

Tabel 4.10 Tabel rekapitulasi pengumpulan data

No.	Jenis Data	Proses Pengumpulan Data	Hasil Data
1	Data sekunder	Penelusuran data terdahulu dari berbagai sumber yang terkait dengan rencana penelitian	Data umum lokasi penelitian
2			Data umum dan teknis ruas jalan studi
3			Data LHR 5 tahun terakhir
4			Data pertumbuhan PDRB Kota Gresik
5			Data FWD ruas jalan
6			Data jenis kendaraan dan nilai ESA
7			Data beban lalu lintas
8			Data curah hujan
9			Data CBR tanah dasar
10	Data primer	Survei kerusakan jalan metode RCI	Data kerusakan perkerasan jalan (RCI)

Sumber : Proses penelusuran dan survei data lapangan, 2014



## **BAB 5**

### **ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN**

#### **5.1 Analisa Data**

Hasil akhir yang dicapai dari penelitian ini adalah perkembangan kondisi jalan yang diwakili oleh nilai IRI pada tahun-tahun mendatang dengan data masukan variabel utama meliputi data CBR, beban lalu lintas, curah hujan dan struktur perkerasan jalan. Untuk dapat mencapai tujuan tersebut, maka dalam penelitian ini proses analisa data yang dilakukan dalam pengerjaan penelitian ini akan dibagi kedalam 8 bagian analisa data, yaitu :

1. Analisa data volume lalu lintas
2. Analisa data curah hujan
3. Analisa data CBR
4. Analisa data *Structural Number* (SN) dan *Structural Number Capacity* (SNC)
5. Analisa perhitungan koefisien metode HDM-4
6. Analisa prediksi kondisi perkerasan jalan (IRI)
7. Analisa kerusakan jalan
8. Analisa biaya penanganan jalan

#### **5.2 Analisa Data Volume Lalu Lintas**

##### **5.2.1 Analisa Data LHR**

Volume lalu lintas adalah banyaknya kendaraan yang melintas atau melewati suatu titik disuatu ruas jalan pada interval waktu tertentu yang dinyatakan dalam satuan kendaraan atau satuan mobil penumpang (smp). Sedangkan volume lalu lintas rencana (LHR) adalah perkiraan volume lalu lintas harian pada akhir tahun rencana lalu lintas dan dinyatakan dalam smp/hari. Pada umumnya hasil perhitungan besarnya LHR sangat penting yang digunakan sebagai dasar perencanaan jalan, observasi tentang segala kecenderungan-kecenderungan dengan evaluasi volume pada masa yang akan datang

Ruas jalan yang menjadi daerah penelitian, merupakan jalan alternatif penghubung pusat kegiatan di Gresik-Lamongan-Tuban-Bulu. Mayoritas kendaraan – kendaraan yang lewat merupakan kendaraan – kendaraan dengan



muatan/tonase yang ringan sampai berat, yang terdiri dari angkutan barang dan angkutan manusia dengan kondisi lalu lintas yang cukup ramai. Dengan volume lalu lintas yang terus meningkat, maka perlu diperhitungkan dampaknya dimasa yang akan datang terutama tentang kinerja jalan tersebut untuk melayani lalu lintas.

Data volume lalu lintas jalan yang digunakan pada penelitian ini merupakan data sekunder pada tahun 2012 yang diperoleh dari Balai Besar Pelaksanaan Jalan nasional V Surabaya. Data ini meliputi data volume lalu lintas per 30 menit dengan rekap per jam selama 24 jam pada hari – hari kerja. Tahun tersebut merupakan tahun terakhir kali ruas jalan tersebut ditangani melalui program peningkatan struktur jalan sehingga dapat dianggap pada tahun 2013 sebagai tahun permulaan pengoperasian jalan tersebut. Untuk menghitung nilai proyeksi LHR ditahun-tahun yang akan datang, maka nilai LHR tersebut akan diproyeksikan dengan kedalam 2 bagian yaitu :

#### **5.2.1.1 Analisa LHR Rencana**

Analisis ini dilakukan untuk menghitung nilai LHR ditahun tahun yang akan datang dengan menggunakan nilai faktor pertumbuhan lalu lintas ( $i$ ) berdasarkan data-data perencanaan pengoperasian lalu lintas. Dalam perencanaan pertumbuhan lalu lintas, nilai  $i$  yang digunakan bervariasi (mulai dari  $i$  2%, 4% dan 6%) sesuai dengan jenis dan golongan kendaraan. Hasil perhitungan proyeksi LHR rencana dapat dilihat pada tabel 5.1 dibawah.

#### **5.2.1.2 Analisa LHR Aktual**

Perhitungan analisis LHR aktual hampir sama dengan perhitungan analisis LHR rencana yaitu untuk menghitung nilai LHR di tahun-tahun yang akan datang dengan menggunakan faktor pertumbuhan PDRB Kota Gresik pada tahun 2012 sebagai faktor pertumbuhan lalu lintas aktual. Dari data BPS Kota Gresik (2012) didapat faktor pertumbuhan PDRB Kota Gresik sebesar 7,43 %. Nilai ini nantinya digunakan sebagai faktor pertumbuhan lalu lintas pada semua jenis kendaraan untuk dapat melihat proyeksi pertumbuhan lalu lintas pada tahun-tahun berikutnya. Hasil perhitungan proyeksi LHR aktual selengkapnya dapat dilihat pada tabel 5.2 dibawah ini.



Tabel 5.1 Hasil analisis proyeksi LHR rencana

No.	Tahun	Lalu lintas	Jenis Kendaraan									Jumlah	
			Mobil Penumpang	Pick Up, Combi, Mini Bus	Truk Kecil	Bus Kecil	Bus Besar	Truck 2 as 6 roda	Truk 3 as 10 roda	Truk Gandeng	Semi Trailer		
			Gol	2	3	4	5c	5b	6	7a	7b		7c
			i	0,06	0,06	0,06	0,02	0,02	0,06	0,06	0,04		0,04
1	2012		7.638,00	9.261,00	6.249,00	385,00	27,00	1.638,00	449,00	101,00	244,00	25.992,00	
2	2013		8.096,28	9.816,66	6.623,94	392,70	27,54	1.736,28	475,94	105,04	253,76	27.528,14	
3	2014		8.582,06	10.405,66	7.021,38	400,55	28,09	1.840,46	504,50	109,24	263,91	29.155,84	
4	2015		9.096,98	11.030,00	7.442,66	408,57	28,65	1.950,88	534,77	113,61	274,47	30.880,58	
5	2016		9.642,80	11.691,80	7.889,22	416,74	29,23	2.067,94	566,85	118,16	285,45	32.708,17	
6	2017		10.221,37	12.393,31	8.362,57	425,07	29,81	2.192,01	600,86	122,88	296,86	34.644,75	
7	2018		10.834,65	13.136,91	8.864,33	433,57	30,41	2.323,53	636,92	127,80	308,74	36.696,84	
8	2019		11.484,73	13.925,12	9.396,19	442,24	31,01	2.462,95	675,13	132,91	321,09	38.871,36	
9	2020		12.173,81	14.760,63	9.959,96	451,09	31,63	2.610,72	715,64	138,23	333,93	41.175,64	
10	2021		12.904,24	15.646,26	10.557,55	460,11	32,27	2.767,37	758,58	143,75	347,29	43.617,42	
11	2022		13.678,49	16.585,04	11.191,01	469,31	32,91	2.933,41	804,09	149,50	361,18	46.204,95	
12	2023		14.499,20	17.580,14	11.862,47	478,70	33,57	3.109,41	852,34	155,48	375,63	48.946,95	
13	2024		15.369,16	18.634,95	12.574,22	488,27	34,24	3.295,98	903,48	161,70	390,65	51.852,65	

Sumber : Hasil perhitungan, 2014



Tabel 5.2 Hasil analisis proyeksi LHR aktual

No.	Tahun	Lalu lintas	Jenis Kendaraan									Jumlah
			Mobil Penumpang	Pick Up, Combi, Mini Bus	Truk Kecil	Bus Kecil	Bus Besar	Truck 2 as 6 roda	Truk 3 as 10 roda	Truk Gandeng	Semi Trailer	
			Gol 2	3	4	5c	5b	6	7a	7b	7c	
			i 0,0743	0,0743	0,0743	0,0743	0,0743	0,0743	0,0743	0,0743	0,0743	
1	2012		7.638,00	9.261,00	6.249,00	385,00	27,00	1.638,00	449,00	101,00	244,00	25.992,00
2	2013		8.205,50	9.949,09	6.713,30	413,61	29,01	1.759,70	482,36	108,50	262,13	27.923,21
3	2014		8.815,17	10.688,31	7.212,10	444,34	31,16	1.890,45	518,20	116,57	281,61	29.997,90
4	2015		9.470,14	11.482,45	7.747,96	477,35	33,48	2.030,91	556,70	125,23	302,53	32.226,74
5	2016		10.173,77	12.335,60	8.323,63	512,82	35,96	2.181,81	598,07	134,53	325,01	34.621,19
6	2017		10.929,68	13.252,13	8.942,08	550,92	38,64	2.343,91	642,50	144,53	349,15	37.193,55
7	2018		11.741,76	14.236,77	9.606,47	591,85	41,51	2.518,07	690,24	155,27	375,10	39.957,03
8	2019		12.614,17	15.294,56	10.320,23	635,83	44,59	2.705,16	741,52	166,80	402,97	42.925,83
9	2020		13.551,40	16.430,94	11.087,03	683,07	47,90	2.906,15	796,62	179,20	432,91	46.115,22
10	2021		14.558,27	17.651,76	11.910,79	733,82	51,46	3.122,08	855,81	192,51	465,07	49.541,58
11	2022		15.639,95	18.963,29	12.795,77	788,35	55,29	3.354,05	919,39	206,81	499,63	53.222,52
12	2023		16.802,00	20.372,26	13.746,49	846,92	59,39	3.603,26	987,71	222,18	536,75	57.176,96
13	2024		18.050,39	21.885,92	14.767,86	909,85	63,81	3.870,98	1.061,09	238,69	576,63	61.425,20

Sumber : Hasil perhitungan, 2014



Hasil perhitungan proyeksi LHR rencana dan LHR aktual diatas selanjutnya akan digunakan untuk menentukan nilai akumulasi beban sumbu lalu lintas (CESAL) dengan menggunakan persamaan 2.16.

### 5.2.2 Analisa Perhitungan Nilai CESAL

Dari hasil analisis data LHR, kemudian akan dihitung nilai CESAL pada ruas jalan tersebut. Data ini nantinya akan digunakan sebagai data masukan pada metode HDM 4 selain itu juga dapat digunakan sebagai salah satu masukan untuk menentukan tebal lapis tambah perkerasan (*overlay*) sebagai salah satu upaya dalam preservasi jalan nasional. Dalam penelitian ini, perhitungan nilai CESAL dibagi dalam 3 yaitu perhitungan CESAL Bina Marga, CESAL Rencana dan CESAL Aktual. Hasil perhitungan masing-masing nilai CESAL tersebut kemudian akan diproyeksikan pada tahun-tahun berikutnya untuk melihat peningkatan beban lalu lintas setiap tahunnya.

#### 5.2.2.1 Perhitungan CESAL Bina Marga

Dari data LHR rencana yang telah dihitung sebelumnya, berdasarkan masing-masing jenis kendaraan kemudian dapat ditentukan nilai *Equivalent Single Axle Load* (ESAL) atau nilai *Vehicle Damage Factor* (VDF) sesuai dengan muatan dan konfigurasi sumbu masing-masing jenis kendaraan. Bina Marga (2005) telah menetapkan nilai VDF untuk masing-masing jenis kendaraan dan konfigurasi sumbu serta distribusi berat kendaraan ke masing-masing sumbu seperti dijelaskan pada perhitungan beban maksimum kendaraan sesuai tabel 5.3.

Tabel 5.3 Perhitungan CESAL Bina Marga Tahun 2014

No.	Gol	Kendaraan	i	VDF	N 2 Tahun	C	Hari	LHR	CESAL
								2013	2 tahun/2014
1	2	Mobil Penumpang	0,06	0,0005	2,12	0,5	365	8.096,28	760,95
2	3	Pick Up, Combi	0,06	0,3006	2,12	0,5	365	9.816,66	554.693,17
3	4	Truk Kecil	0,06	0,3006	2,12	0,5	365	6.623,94	374.287,62
4	5a	Bus Kecil	0,02	0,3006	2,04	0,5	365	392,70	21.758,76
5	5b	Bus Besar	0,02	0,9723	2,04	0,5	365	27,54	4.935,70
6	6	Truk 2 as 6 roda	0,06	2,3964	2,12	0,5	365	1.736,28	782.130,40
7	7a	Truk 3 as 10 roda	0,06	2,3285	2,12	0,5	365	475,94	208.318,84
8	7b	Truk gandeng	0,04	6,5409	2,08	0,5	365	105,04	127.895,50
9	7c	Semi trailer	0,04	6,5409	2,08	0,5	365	253,76	308.975,27
								<b>2.383.756,20</b>	

Sumber : Hasil perhitungan, 2014



Dengan cara yang sama dengan perhitungan diatas, berikut ditampilkan rekapitulasi perhitungan nilai CESAL Bina Marga dari tahun 2013 sampai dengan tahun 2025.

Tabel 5.4 Rekapitulasi perhitungan nilai CESAL Bina Marga

No.	CESAL BM (Tahun)	Nilai CESAL
1	2014	2.383.756,20
2	2015	4.897.028,97
3	2016	7.558.460,95
4	2017	10.372.335,18
5	2018	13.334.632,92
6	2019	16.453.391,65
7	2020	19.776.501,79
8	2021	23.252.054,18
9	2022	26.954.619,34
10	2023	30.412.663,84
11	2024	34.965.235,64
12	2025	39.324.931,61

Sumber : Hasil perhitungan, 2014

#### 5.2.2.2 Perhitungan CESAL Rencana

Perhitungan nilai CESAL rencana hampir sama dengan perhitungan CESAL Bina Marga yaitu dihitung dengan menggunakan data proyeksi LHR rencana, yang membedakan adalah nilai VDF yang digunakan. Nilai VDF yang digunakan pada perhitungan CESAL rencana menggunakan data-data perencanaan yang dihitung oleh P2JN. Hasil perhitungan CESAL rencana untuk tahun 2014 ditunjukkan tabel 5.5 dibawah ini.



Tabel 5.5 Perhitungan CESAL Rencana Tahun 2014

No.	Gol	Kendaraan	i	VDF	N 2 Tahun	C	Hari	LHR	CESAL
								2013	2 tahun/2014
1	2	Mobil Penumpang	0,06	0,0011	2,12	0,5	365	8.096,28	1.674,09
2	3	Pick Up, Combi	0,06	0,331	2,12	0,5	365	9.816,66	610.789,89
3	4	Truk Kecil	0,06	0,331	2,12	0,5	365	6.623,94	412.139,73
4	5a	Bus Kecil	0,02	0,331	2,04	0,5	365	392,70	23.959,25
5	5b	Bus Besar	0,02	0,9889	2,04	0,5	365	27,54	5.019,96
6	6	Truk 2 as 6 roda	0,06	2,8994	2,12	0,5	365	1.736,28	946.298,15
7	7a	Truk 3 as 10 roda	0,06	3,0832	2,12	0,5	365	475,94	275.837,94
8	7b	Truk gandeng	0,04	7,2531	2,08	0,5	365	105,04	141.821,29
9	7c	Semi Trailer	0,04	7,2531	2,08	0,5	365	253,76	342.617,76
									<b>2.760.158,04</b>

Sumber : Hasil perhitungan, 2014

Dengan cara yang sama dengan perhitungan diatas, berikut ditampilkan rekapitulasi perhitungan nilai CESAL rencana dari tahun 2014 sampai dengan tahun 2025.

Tabel 5.6 Rekapitulasi perhitungan nilai CESAL rencana

No.	CESAL Rencana (Tahun)	Nilai CESAL
1	2014	2.760.158,04
2	2015	5.670.765,58
3	2016	8.753.635,63
4	2017	12.013.517,60
5	2018	15.445.948,99
6	2019	19.059.854,77
7	2020	22.911.749,01
8	2021	26.940.655,16
9	2022	31.233.825,25
10	2023	35.264.544,67
11	2024	40.523.463,68
12	2025	45.580.621,63

Sumber : Hasil perhitungan, 2014

Dari hasil perhitungan diatas, dapat dilihat perbedaan nilai CESAL yang cukup signifikan antara perhitungan menggunakan data Bina Marga dan perencanaan.

Dengan menggunakan nilai VDF yang berbeda terlihat kenaikan nilai CESAL yang cukup besar, hal ini nantinya digunakan sebagai dasar perencanaan jalan ditahun-tahun yang akan datang dengan tujuan jalan yang direncanakan dan



dibangun masih mampu menerima beban lalu lintas termasuk pertumbuhan lalu lintas yang meningkat ditahun – tahun yang akan datang.

#### 5.2.2.3 Perhitungan CESAL Aktual

Perhitungan nilai CESAL aktual hampir sama dengan perhitungan CESAL Bina Marga dan rencana. Perhitungan CESAL aktual menggunakan data LHR aktual dengan menggunakan data beban lalu lintas yang sebenarnya. Data beban lalu lintas aktual yaitu menggunakan data beban lalu lintas berlebih atau *overloading*. Beban lalu lintas aktual diperoleh dari data jembatan timbang dari Dinas Perhubungan dan LLAJ Provinsi Jawa Timur untuk berbagai jenis kendaraan yang melintas diruas jalan Gresik - Sadang. Data *overload* yang digunakan yaitu apabila berat timbang kendaraan lebih besar dari nilai Jumlah Berat Ijin (JBI) kendaraan. Dari data yang diperoleh, rata-rata berat timbang kendaraan memiliki kelebihan berat antara 10% hingga 40% dari nilai JBI yang diijinkan. Nilai JBI ini nantinya digunakan untuk menghitung nilai VDF masing-masing kendaraan.

Dalam tabel 5.7 dibawah ini diberikan aturan mengenai JBI maksimum yang boleh dipikul oleh berbagai jenis kendaraan.

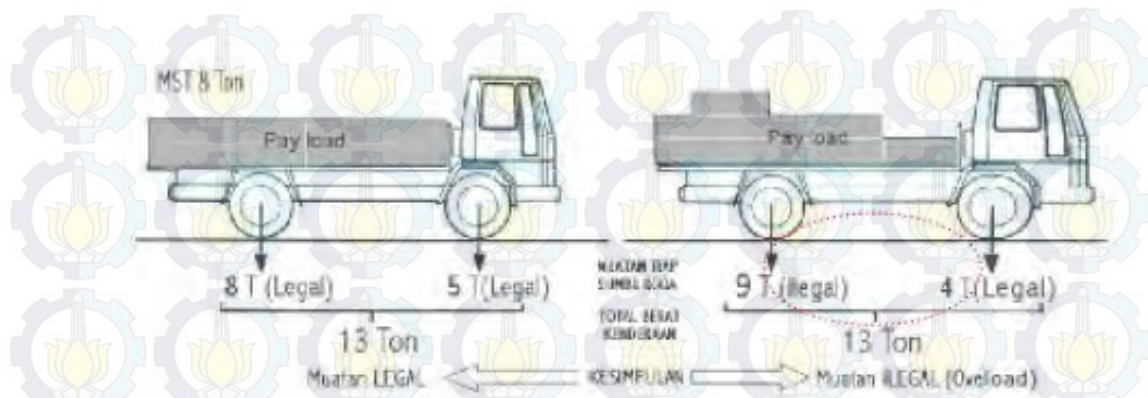
Tabel 5.7 JBI maksimum masing-masing kendaraan

No.	Golongan	Jenis Kendaraan	Konfigurasi Sumbu	JBI Maksimum (Ton)
1	1	Pick Up	1.1	3
2	2	Mobil Box	1.1	5,5
3	3	Truk1,2 L	1.2	8,5
4	4	Truk 1,2 H	1.22	23
5	5	Truk	1.22	25
6	6	Truk Gandeng	1.2+2.2	28
7	7	Trailer	1.2-2.2	51

Sumber : Dinas Perhubungan dan LLAJ Pemprov Jawa Timur, 2012

Penimbangan berat muatan sumbu kendaraan sangat dipengaruhi oleh konfigurasi roda, letak beban dan posisi/ kemiringan permukaan landasan. Sebagai contoh, gambar 5.1 menunjukkan nilai MST yang melebihi beban standar 8 ton.





Gambar 5.1 Distribusi muatan pada beban standar dan ilegal

Walau berat muatan sendiri (payload) tetap dan Total berat kendaraan (GVW) dalam hal ini juga tetap 13 ton, tetapi letak muatan berbeda mengakibatkan muatan sumbu roda belakang berubah dari 8 ton jadi 9 ton (illegal) sehingga secara keseluruhan muatan sumbu terberat-nya sudah melampaui MST yang diizinkan (illegal)

Dengan menggunakan persamaan 2.1 dan 2.2 maka berikut ini dapat ditentukan nilai VDF untuk masing-masing kendaraan berdasarkan JBI masing-masing kendaraan seperti ditunjukkan dalam tabel 5.8 berikut ini.

Tabel 5.8 Perhitungan CESAL aktual tahun 2014

No.	Gol	Konfigurasi Sumbu	LHR 2013	DTN	ESA Overload	N 1 Tahun	Hari	CESAL
1	2	1.1	8.205,50	4.102,75	0,0140	1,037	365	21.740,759
2	3	1.1	9.949,09	4.974,55	0,4262	1,037	365	802.487,784
3	4	1.1	6.713,30	3.356,65	0,4262	1,037	365	541.490,854
4	5a	1.1	413,61	206,81	0,4262	1,037	365	33.361,541
5	5b	1.2	29,01	14,51	1,1867	1,037	365	6.515,238
6	6	1.2	1.759,70	879,85	2,4297	1,037	365	809.157,219
7	7a	1.22	482,36	241,18	3,2706	1,037	365	298.565,996
8	7b	1.2+2.2	108,50	54,25	4,1693	1,037	365	85.611,974
9	7c	1.2-2	262,13	131,07	10,0291	1,037	365	497.531,193
								<b>3.096.462,558</b>

Sumber : Hasil perhitungan, 2014

Dengan cara yang sama dengan perhitungan diatas, berikut ditampilkan rekapitulasi perhitungan nilai CESAL aktual dari tahun 2014 sampai dengan tahun 2025.



Tabel 5.9 Rekapitulasi perhitungan nilai CESAL aktual

No.	CESAL Aktual (Tahun)	Nilai CESAL
1	2014	3.096.462,56
2	2015	6.416.873,71
3	2016	10.009.009,16
4	2017	13.851.967,03
5	2018	17.966.649,19
6	2019	22.400.831,35
7	2020	27.172.429,39
8	2021	32.284.429,29
9	2022	37.808.494,61
10	2023	43.729.695,43
11	2024	50.077.891,57
12	2025	56.933.704,53

Sumber : Hasil perhitungan, 2014

Hasil perhitungan CESAL aktual menunjukkan nilai yang lebih besar bila dibandingkan dengan perhitungan CESAL Bina Marga dan rencana. Hal ini disebabkan beban kendaraan melebihi standar yang diijinkan, dengan nilai beban berlebih tersebut akan mengakibatkan nilai VDF atau ESA yang semakin besar. Dari hasil perhitungan diatas dapat dilihat nilai daya rusak naik signifikan ketika beban MST lebih dari standar yang diijinkan. Pengaruhnya adalah terhadap umur rencana jalan yang akan berkurang atau habis sebelum masa layanan tercapai.

Tabel 5.10 Perbandingan nilai CESAL Bina Marga, Rencana dan Aktual

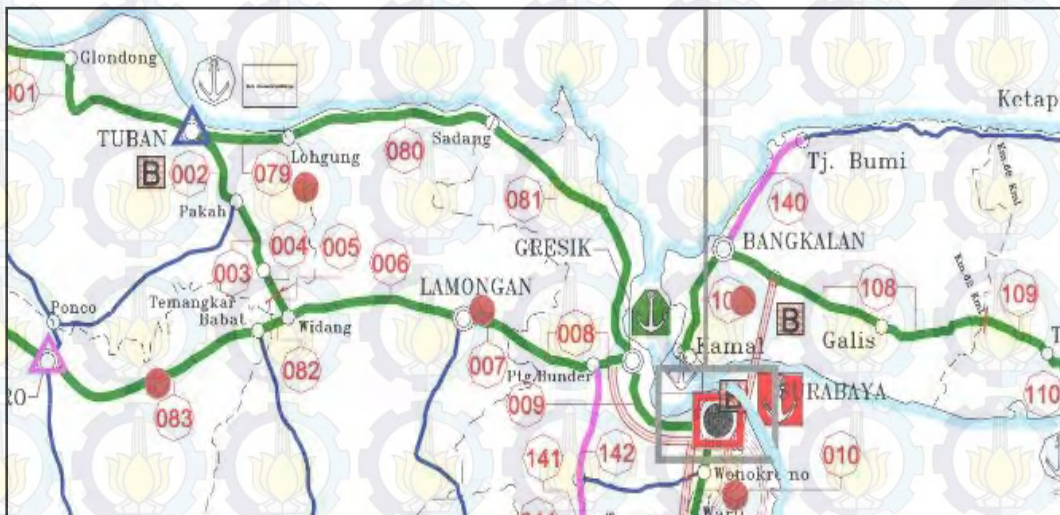
No.	Tahun	Nilai CESAL Bina Marga	Nilai CESAL Rencana	Nilai CESAL Aktual
1	2014	2.383.756,20	2.760.158,04	3.096.462,56
2	2015	4.897.028,97	5.670.765,58	6.416.873,71
3	2016	7.558.460,95	8.753.635,63	10.009.009,16
4	2017	10.372.335,18	12.013.517,60	13.851.967,03
5	2018	13.334.632,92	15.445.948,99	17.966.649,19
6	2019	16.453.391,65	19.059.854,77	22.400.831,35
7	2020	19.776.501,79	22.911.749,01	27.172.429,39
8	2021	23.252.054,18	26.940.655,16	32.284.429,29
9	2022	26.954.619,34	31.233.825,25	37.808.494,61
10	2023	30.412.663,84	35.264.544,67	43.729.695,43
11	2024	34.965.235,64	40.523.463,68	50.077.891,57
12	2025	39.324.931,61	45.580.621,63	56.933.704,53

Sumber : Hasil perhitungan, 2014



### 5.3 Analisa Data Curah Hujan

Analisa distribusi curah hujan merupakan analisa dari curah hujan yang telah terjadi di sekitar daerah Gresik - Sadang berdasarkan laporan pengukuran curah hujan pada pos penakar hujan. Data tingkat curah hujan yang digunakan untuk analisa diperoleh dari stasiun penakar hujan yang terdapat di kecamatan Sidayu (BMKG Karangploso Malang). Lokasi stasiun pengukur curah hujan tersebut berada disekitar lokasi ruas jalan Gresik- Sadang. Rata-rata curah hujan tahunan disekitar lokasi penelitian antara 1.500 mm/tahun – 2.400 mm/tahun. Data curah hujan tersebut akan digunakan untuk menentukan koefisien lingkungan lokasi penelitian.



Gambar 5.2 Peta wilayah lokasi penelitian

### 5.4 Analisa Data CBR

Data CBR yang diperoleh pada bab 4 sebelumnya akan digunakan untuk menghitung nilai *structural number capacity* (SNC) yang akan dimasukkan dalam metode HDM-4. Sebelum menghitung nilai SNC, terlebih dahulu dihitung nilai modulus elastisitas ( $M_r$ ) untuk masing-masing segmen jalan sesuai dengan persamaan 3.2.

$$M_r = 1.500 \times \text{CBR (Psi)}$$

$$M_r = 1.500 \times 4,51$$

$$M_r = 6.765 \text{ Psi}$$

Dengan cara yang sama, berikut ini ditunjukkan hasil perhitungan  $M_r$  untuk masing-masing segmen jalan.



Tabel 5.11 Perhitungan nilai Mr untuk masing-masing segmen jalan

No.	Segmen (Km)	CBR	Mr (Psi)
1	44	4,51	6.765
2	45	3,62	5.430
3	46	3,32	4.980
4	47	3,39	5.085
5	48	3,26	4.890
6	49	3,65	5.475
7	50	4,12	6.180
8	51	3,96	5.940
9	52	3,98	5.970
10	53	4,51	6.765

Sumber : Hasil perhitungan, 2014

Daya dukung/kekuatan geser tanah atau bahan pondasi jalan yang baik merupakan salah persyaratan penting dalam perencanaan jalan. Sifat tanah dasar ini mempengaruhi ketahanan lapisan perkerasan diatasnya dan mutu jalan secara keseluruhan. AASHTO (1986) mengklasifikasikan tipe tanah dasar kedalam 3 bagian seperti ditunjukkan tabel 5.12 dibawah ini.

Tabel 5.12 Kriteria CBR tanah dasar

No.	Tipe Tanah Dasar	Resilient Modulus	CBR
1	Jelek	3.000	2
2	Sedang	7.500	5
3	Baik	15.000	10

Sumber : AASHTO, 1986

### 5.5 Analisa Data Structural Number (SN) dan Structural Number Capacity (SNC)

Ruas jalan Gresik – Sadang merupakan ruas jalan dengan struktur perkerasan yang masih menggunakan struktur perkerasan standar (belum menggunakan bahan modifikasi). Dari data tahun 2012, struktur perkerasan terdiri dari 3 lapis perkerasan seperti yang dijelaskan pada bab sebelumnya.

Jenis perkerasan yang digunakan untuk masing-masing perkerasan adalah sebagai berikut :



### 1. Surface Course

Lapis permukaan (lapis aus) yang digunakan adalah laston, hal ini juga sesuai dengan hasil uji *core drill* dilaboratorium. Koefisien kekuatan relatif ( $a_1$ ) lapisan perkerasan disesuaikan dari tabel 2.8 . yaitu  $a_1 = 0,40$  dengan tebal lapis permukaan (AC-WC dan AC-BC) 12 cm.

### 2. Base Course

Lapis pondasi atas menggunakan batu pecah kelas A (CBR 90%) dengan koefisien kekuatan relatif  $a_2 = 0,14$  dengan tebal 25 cm.

### 3. Sub base Course

Lapis pondasi bawah menggunakan batu pecah kelas B (CBR 50%) dengan koefisien kekuatan relatif  $a_3 = 0,13$  dengan tebal 25 cm.

Nilai *structural number* (SN) dihitung berdasarkan persamaan 2.6 yaitu :

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

$$SN = 0,40 \times 4,72 + 0,14 \times 9,84 \times 1,05 + 0,13 \times 9,84 \times 1,05$$

$$SN = 1,89 + 1,45 + 1,34$$

$$SN = 4,68$$

Untuk menghitung nilai *structural number capacity* (SNC) digunakan persamaan 2.7 dibawah ini :

$$SNC = SN + SNSG$$

Nilai SNSG dapat dihitung dengan persamaan 2.8 berikut ini :

$$SNSG = 4,68 (\log_{10} CBR) - 0,85 (\log_{10} CBR)^2 - 1,43$$

$$= 3,51 (\log_{10} 4,51) - 0,85 (\log_{10} 4,51)^2 - 1,43$$

$$= 0,51$$

Maka diperoleh nilai SNC sebagai berikut :

$$SNC = 4,68 + 0,51$$

$$= 5,18$$

Nilai *structural number* juga nantinya dapat digunakan sebagai dasar untuk menentukan apakah struktur perkerasan ditahun-tahun mendatang perlu dilakukan penangan *overlay* atau tidak yaitu dengan menghitung nilai *Structural Condition Index* (SCI). Apabila nilai  $SCI < 1$ , maka ruas jalan tersebut perlu penanganan *overlay*. Kondisi jalan saat ini akan diperiksa untuk 10 tahun kedepannya untuk



menentukan perlu tidaknya jenis penanganan *overlay*. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

1. Menghitung nilai *Structural Number Original* ( $SN_0$ )

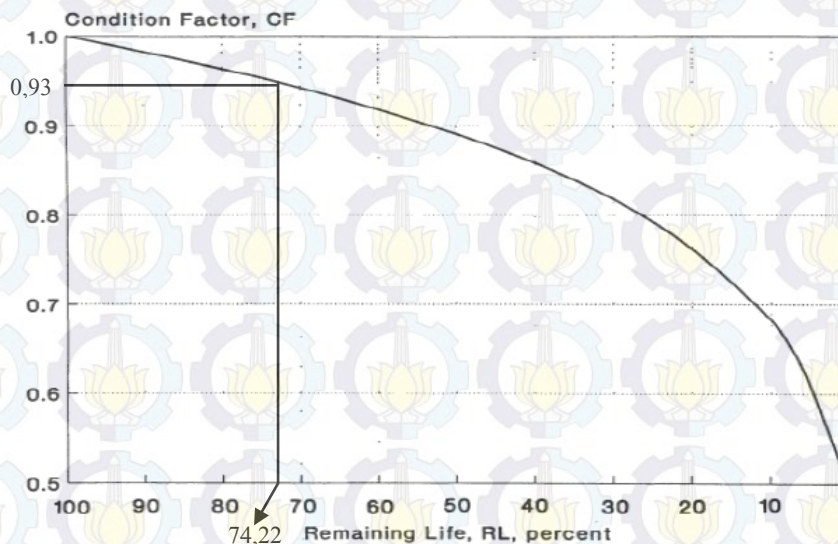
Nilai *structural number original* merupakan nilai *structural number* (SN) yang telah dihitung sebelumnya.

2. Menghitung nilai *Structural Number Efficient* ( $SN_{eff}$ )

Nilai *structural number efficient* dihitung dengan mengalikan antara nilai *Condition Factor* (CF) dengan nilai  $SN_0$ . Nilai CF diperoleh dengan terlebih dahulu menghitung nilai sisa jalan. Dengan persamaan AASHTO 1993, nilai sisa jalan dihitung dengan persamaan berikut :

$$RL = 100 \left[ 1 - \left( \frac{N_p}{N_{1,5}} \right) \right]$$

Dari hasil perhitungan, diperoleh nilai sisa umur jalan 74,22% sehingga diperoleh nilai *Condition Factor* sebesar 0,93.



Gambar 5.3 Hubungan faktor kondisi dengan umur sisa

Dari data tersebut diperoleh nilai  $SN_{eff}$  sebagai berikut :

$$SN_{eff} = 0,93 \times SN_0$$

$$SN_{eff} = 0,93 \times 4,68$$

$$SN_{eff} = 4,35$$

3. Menghitung nilai *Structural Number Future* ( $SN_f$ )

Nilai  $SN_f$  diperoleh dengan menggunakan persamaan AASHTO 1993 sebagai berikut :



$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R x S_0 + 9,36 x \log(SN + 1) - 0,20 + \frac{\log \left[ \frac{\Delta PSI}{4,2 - 1,5} \right]}{0,40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5,19}}} + 2,32 x \log(M_R) - 8,07$$

Untuk CESAL rencana 10 tahun, dengan menggunakan perhitungan iterasi dengan data – data sebagai berikut :

- Nilai Reliability (R) : 90%
- Simpangan baku (Zr) : - 1,282
- Kinerja perkerasan (So) : 0,35
- Indeks permukaan awal (Po) : 4,3
- Indeks permukaan akhir (Pt) : 2,5
- CESAL 10 tahun : 40.523.463

Dari hasil perhitungan secara iterasi, diperoleh nilai  $SN_f$  sebesar 8,53.

#### 4. Menghitung nilai *Structural Condition Index* (SCI)

Nilai SCI merupakan acuan untuk menentukan apakah suatu ruas jalan perlu penanganan melalui peningkatan struktur (*overlay*). Nilai SCI diperoleh dari hasil pembagian  $S_{Neff}/SN_f$ , apabila nilai  $SCI < 1$ , maka ruas jalan tersebut harus dilakukan penanganan melalui pelapisan ulang (*overlay*). Dari data-data diatas dapat dihitung nilai SCI sebagai berikut :  $SCI = 4,35/8,53 = 0,51$ , diperoleh nilai  $SCI < 1$ .

Dengan cara yang sama dengan perhitungan diatas, hasil perhitungan untuk nilai masing-masing segmen jalan dapat dilihat pada tabel 5.13 dibawah ini.



Tabel 5.13 Hasil perhitungan *Structural Number Capacity*

No.	Segmen Jalan (Km)	d <sub>1</sub> (in)	d <sub>2</sub> (in)	d <sub>3</sub> (in)	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>	m	SN <sub>o</sub>	Mr (Psi)	SN <sub>eff</sub>	SN <sub>r</sub>	SCI	SNSG	SNC
1	44+000 - 45+000	4,72	9,84	9,84	0,4	0,14	0,13	1,05	4,68	6.765	4,35	8,53	0,510	0,502	5,18
2	45+000 - 46+000	4,72	9,84	9,84	0,4	0,14	0,13	1,25	5,21	5.430	4,84	8,31	0,583	0,266	5,47
3	46+000 - 47+000	4,72	9,84	9,84	0,4	0,14	0,13	1,15	4,94	4.980	4,60	8,22	0,559	0,168	5,11
4	47+000 - 48+000	4,72	9,84	9,84	0,4	0,14	0,13	1,05	4,68	5.085	4,35	8,24	0,528	0,192	4,87
5	48+000 - 49+000	4,72	9,84	9,84	0,4	0,14	0,13	1,25	5,21	4.890	4,84	8,21	0,590	0,148	5,36
6	49+000 - 50+000	4,72	9,84	9,84	0,4	0,14	0,13	1,05	4,68	5.475	4,35	8,32	0,523	0,275	4,95
7	50+000 - 51+000	4,72	9,84	9,84	0,4	0,14	0,13	1,05	4,68	6.180	4,35	8,44	0,515	0,407	5,08
8	51+000 - 52+000	4,72	9,84	9,84	0,4	0,14	0,13	1,15	4,94	5.940	4,60	8,40	0,547	0,364	5,31
9	52+000 - 53+000	4,72	9,84	9,84	0,4	0,14	0,13	1,05	4,68	5.970	4,35	8,41	0,518	0,370	5,05
10	53+000 - 54+900	4,72	9,84	9,84	0,4	0,14	0,13	1,15	4,94	6.765	4,60	8,53	0,539	0,502	5,45

Sumber : Hasil perhitungan, 2014



### 5.6 Analisa Perhitungan Koefisien HDM-4 Untuk Kekasaran (IRI)

Untuk mendapatkan nilai dari faktor kalibrasi untuk kekasaran didasarkan atas kondisi lingkungan konstruksi jalan, dan kondisi drainase. Bennett dan Paterson (2001) menguraikan langkah-langkah untuk mendapatkan nilai faktor kalibrasi kekasaran sebagai berikut :

1. Identifikasi kondisi lingkungan disekitar lokasi jalan yang diamati disesuaikan pada tabel 5.14 dibawah ini. Dari data curah hujan, lokasi penelitian termasuk daerah humid (lembab) dengan curah hujan berkisar antara 1.500 mm/tahun sampai dengan 2.400 mm/tahun.

Tabel 5.14 Klasifikasi kondisi lingkungan

Temperature classification	Description	Typical temperature range (°C)	
Tropical	Warm temperatures in small range	20 to 35	
Subtropical - hot	High day cool night temperatures, hot-cold seasons	-5 to 45	
Subtropical - cool	Moderate day temperatures, cool winters	-10 to 30	
Temperate - cool	Warm summer, shallow winter freeze	-20 to 25	
Temperate - freeze	Cool summer, deep winter freeze	-40 to 20	
Moisture classification	Description	Typical moisture index	Typical annual precipitation (mm)
Arid	Very low rainfall, high evaporation	-100 to -61	< 300
Semi-arid	Low rainfall	-60 to -21	300 to 800
Subhumid	Moderate rainfall, or strongly seasonal rainfall	-20 to 19	800 to 1600
Humid	Moderate warm season rainfall	20 to 100	1500 to 3000
Perhumid	High rainfall, or very many wet-surface days	> 100	> 2400

Sumber : HDM-4, 2001

2. Hitung nilai m yang sesuai dari tabel 5.14 sesuai dengan kondisi lingkungan lokasi penelitian, disesuaikan dengan tabel 5.15. Dari tabel 5.15 diperoleh nilai koefisien yang direkomendasikan, m yaitu 0,025



Tabel 5.15 Nilai koefisien lingkungan yang direkomendasikan

Moisture classification	Temperature classification			
	Tropical	Subtropical non-freezing	Temperate - shallow freeze	Temperate - extended freeze
Arid	0.005	0.010	0.025	0.040
Semi-arid	0.010	0.016	0.035	0.060
Subhumid	0.020	0.025	0.060	0.100
Humid	0.025	0.030	0.100	0.200
Perhumid	0.030	0.040		

Sumber : HDM-4, 2001

3. Hitung nilai  $m$  efektif,  $m_{eff}$ , dengan mengalikan  $m$  dengan faktor  $k_m$  sesuai dengan standar pembangunan jalan dan drainase seperti tabel 5.16 dibawah ini.

Tabel 5.16 Faktor koefisien lingkungan untuk jalan dan drainase

Construction and drainage	Non-freezing environments	Freezing environments
High standard materials and drainage; for example, motorways, raised formation, free-draining or non-frost-susceptible materials, special drainage facilities.	0.6	0.5
Material quality to normal engineering standards; drainage and formation adequate for local moisture conditions, and moderately maintained.	1.0	1.0
Variable material quality in pavement, including moisture or frost-susceptible materials; drainage inadequate or poorly maintained, or formation height near water table.	1.3	1.5
Swelling soil subgrade without remedial treatment	1.3 - 2.0	1.2 - 1.6

Sumber : HDM-4, 2001

Nilai  $m$  efektif,  $m_{eff}$  dihitung dengan persamaan berikut :

$$\begin{aligned}
 m_{eff} &= m \times k_m \\
 &= 0,025 \times 1,3 \\
 &= 0,0325
 \end{aligned}$$

4. Menghitung nilai  $k_{ge}$  dengan persamaan berikut ini :

$$\begin{aligned}
 k_{ge} &= \frac{m_{eff}}{0,023} \\
 k_{ge} &= \frac{0,039}{0,023} \\
 k_{ge} &= 1,41
 \end{aligned}$$



Nilai hasil perhitungan ini nantinya digunakan sebagai faktor kalibrasi lingkungan yang akan digunakan pada metode HDM-4.

### 5.7 Analisa Prediksi Kondisi Perkerasan Jalan

Analisa prediksi kondisi perkerasan jalan digunakan untuk menggambarkan kondisi laju perkembangan kekasaran jalan di tahun-tahun yang akan datang. Dalam memprediksi kondisi kekasaran jalan (IRI), nilai beban lalu lintas (ESAL), CBR, *Structural Number (SN)* yang telah dihitung sebelumnya akan digunakan sebagai parameter untuk memprediksi kondisi perkerasan jalan/laju kekasaran perkerasan jalan ditahun-tahun yang akan datang.

Perkembangan laju kekasaran yang diprediksi oleh HDM-4 merupakan hasil penjumlahan dari 5 komponen sebagai berikut yaitu : kerusakan struktural, retak, alur, lubang dan komponen lingkungan. Kekasaran pada umumnya dihitung setiap akhir tahun dengan mempertimbangkan perubahan dari ke 5 komponen tersebut. HDM-4 menggunakan pendekatan dibawah ini untuk memprediksi kondisi perkerasan jalan yang diwakili oleh nilai IRI, yaitu :

$$RI_t = 1,04e^{mt} [RI_0 + 263(1 + SNC)^{-5} NE_t]$$

dengan :

m = koefisien kalibrasi lingkungan

$RI_0$  = kekasaran awal, IRI (m/km)

SNC = nilai kekuatan perkerasan (*Structural Number Capacity*)

$NE_t$  = nilai ESAL pada saat t (per 1 juta ESAL)

Nilai kekasaran awal ( $RI_0$ ) diperoleh dari hasil survei kondisi jalan dengan metode *Road Condition Index (RCI)* yang dihitung untuk setiap 1 km. Dalam metode RCI, masing-masing jenis kerusakan jalan akan dihitung luasannya untuk menentukan kondisi jalan. Hal ini dikarenakan nilai RCI untuk masing-masing segmen jalan berbeda, tergantung kepada volume dan jenis kerusakan yang terjadi. Sebagai contoh, pada Km 44 s/d 45 akan dihitung nilai RCI secara visual dengan menganalisa jenis dan luasan kerusakan yang terjadi. Hasil perhitungan kemudian akan disesuaikan dengan tabel RDS70 untuk menentukan kondisi jalan pada segmen tersebut. Dari hasil survei sesuai dengan form RM1 (lampiran), berikut ini ditabelkan rekapitulasi jenis dan luas kerusakan seperti yang ditunjukkan pada tabel 5.17.



Tabel 5.17 Jenis dan luas kerusakan yang terjadi pada Km 44

No.	Jenis Kerusakan	Kode Kerusakan	Luas (m <sup>2</sup> )	Metode Penanganan	Kode Penanganan
1	Perkerasan Jalan				
	a Alur	113	113,57	Perataan dengan lapis penetrasi	P6
	b Ambles	114	25,84	Perataan dan penambalan lubang	P5 dan P6
	c Retak Buaya	117	113,03	Pelaburan aspal setempat dan patching	P2 dan P5
	d Retak Garis	118	31,28	Pelaburan aspal setempat dan pengisian retak	P2 dan P4
2	Bahu Jalan				
	a Bahu tidak rata	232,260	72,76	Perataan dan pelandaian bahu	U2
	b Rumput panjang	253	85	Pemotongan rumput	U3

Sumber : Hasil survei, 2014

Dari perhitungan sesuai dengan tabel 5.17 diatas, kemudian ditentukan kondisi jalan berdasarkan standar klasifikasi kondisi jalan sesuai standar klasifikasi B dari RDS70.

Tabel 5.18 Standar klasifikasi kondisi jalan dari RDS70

Tingkat Kerusakan		Satuan	1 Baik	2 Sedang	3 Rusak Ringan	4 Rusak berat
Jalan Diperkeras/ Paved	Lubang/Potholes					
	Dangkal < 10 - cm	M <sup>2</sup>	< 40	40 - 200	200 - 800	> 800
	Dalam > 10 - cm		0	< 40	40 - 200	> 200
	Penurunan/Depressions					
	Dangkal < 5 - cm	M <sup>2</sup>	< 100	100 - 200	200 - 1000	> 1000
Jalan Tidak Diperkeras/ Unpaved	Dalam > 5 - cm		0	< 100	100 - 200	> 200
	Retak retak buaya (cracking/Alligator Cracks)	M <sup>2</sup>	< 100	100 - 500	500 - 1000	> 1000
	Berakur/Rutting	M <sup>2</sup>	< 100	100 - 200	200 - 1000	> 1000
	Luas lubang/Patched Area	M <sup>2</sup>	< 50	50 - 500	500 - 1000	> 1000
	Bergeombang/Soft Spots	M <sup>2</sup>	< 50	50 - 200	200 - 1000	> 1000
Jalan Tidak Diperkeras/ Unpaved	Erosi Permukaan/Surface Erosion	M <sup>2</sup>	< 100	100 - 200	200 - 1000	> 1000
	Berakur/Rutting	M <sup>2</sup>	< 200	200 - 500	500 - 2000	> 2000
	Tergerus/Corrugation	M <sup>2</sup>	< 100	100 - 500	500 - 2000	> 2000
	Kemiringan Jalan/Cross-Fall (Camber)	%	4 - 2	2 sampai rata	Rata & tak sempurna / Flat & Uneven	Tak Beraturan / No Shape
	Bahu Jalan		Sempurna & Rata / Good Shape & Even	Kemiringan kurang & tak rata / Uneven & Poor crossfall	Lebih Tinggi/rendah daripada Bahu Jalan < 10 cm	Lebih Tinggi/rendah daripada Bahu Jalan < 10 cm
Klasifikasi Penanganan / Classification Total Rating			Pemeliharaan Rutin / Routine Maintenance	Sebagian Rutin & Sebagian Pemeliharaan Berkala / Periodic Maintenance	Pemeliharaan Berkala / Periodic Maintenance	Peningkatan / Holding

Sumber : RDS70



Tabel 5.19 Kondisi jalan sesuai tabel RDS70

No.	Jenis Kerusakan	Satuan	Luas	Kondisi Berdasarkan RDS70	Keterangan
1	Lubang/potholes				
	a Dangkal < 10 cm	m <sup>2</sup>	-	-	
	b Dalam >10 cm	m <sup>2</sup>	-	-	
2	Penurunan/ambles				
	a Dangkal < 5 cm	m <sup>2</sup>	-	-	
	b Dangkal > 5 cm	m <sup>2</sup>	25,84	< 40	Sedang
3	Keriting/corrugation	m <sup>2</sup>	-	-	-
4	Alur/rutting	m <sup>2</sup>	113,57	> 100 (100 - 200)	Sedang
5	Retak buaya	m <sup>2</sup>	113,03	> 100 (100 - 500)	Sedang
6	Retak garis	m <sup>2</sup>	31,28	< 100 (100 - 500)	Baik
7	Bahu jalan	m <sup>2</sup>	72,76	Kemiringan kurang dan tidak rata	Sedang
Rata-rata kondisi jalan					Sedang
Jenis penanganan					Berkala

Sumber : Hasil perhitungan, 2014

Dari hasil perhitungan diatas, rata-rata kondisi jalan adalah sedang, dari tabel kondisi dan kemandapan jalan diperoleh sebesar nilai RCI sebesar 6,5.

Tabel 5.20 Tabel kondisi dan kemandapan jalan

IRI (m/Km)	RCI	LHR		KONDISI
		JALAN NASIONAL DAN PROVINSI		
		3.000 - 10.000	> 10.000	
1	10	M RCI = 8	M RCI = 6.5	BAIK
2	9			
3.5	8			
5	7			
6.5	6	RCI = 8 RCI = 5.5 RCI = 4 TMS s.d KR	RCI = 6.5 RCI = 5.5 RCI = 4 TMS s.d KR	SEDANG
8.5	5			
11	4			
14	3			
17	2			
20	1			
				RUSAK RINGAN
				RUSAK BERAT



Dengan cara yang sama sesuai dengan prosedur diatas, maka dapat ditentukan nilai RCI dan IRI untuk masing-masing segmen jalan seperti ditunjukkan tabel 5.21 dibawah ini.

Tabel 5.21 Rekapitulasi perhitungan nilai RCI dan IRI

No.	Segmen Jalan (Km)	Nilai RCI	Nilai IRI
1	Km Sby 44+000 - 45 + 000	6,5	5,83
2	Km Sby 45+000 - 46 + 000	7,8	3,71
3	Km Sby 46+000 - 47 + 000	7,9	3,56
4	Km Sby 47+000 - 48 + 000	7,8	3,71
5	Km Sby 48+000 - 49 + 000	7,8	3,71
6	Km Sby 49+000 - 50 + 000	7,9	3,56
7	Km Sby 50+000 - 51 + 000	7,9	3,56
8	Km Sby 51+000 - 52 + 000	7,8	3,71
9	Km Sby 52+000 - 53 + 000	5,9	6,88
10	Km Sby 53+000 - 54 + 900	5,7	7,24

Sumber : Hasil perhitungan, 2014

Nilai IRI pada tabel diatas selanjutnya digunakan sebagai nilai IRI awal ( $RI_0$ ) untuk prediksi perhitungan nilai IRI pada tahun-tahun berikut nya.

Dari hasil analisa perhitungan diatas, selanjutnya dianalisa prediksi kondisi perkerasan jalan dengan menggunakan beban Bina Marga, rencana dan aktual.

#### 5.7.1 Prediksi Kondisi Perkerasan Jalan CESAL Bina Marga

Kondisi perkerasan yang diprediksi oleh HDM-4 dianalisa dengan menggunakan data CESAL perhitungan Bina Marga yang telah dihitung sebelumnya. Contoh hasil rekapitulasi perhitungannya pada segmen km 44 ditunjukkan seperti pada tabel 5.22 dibawah ini.

Tabel 5.22 Prediksi kondisi perkerasan jalan pada Km. 44 (CESAL Bina Marga)

No.	Tahun	Nilai CESAL BM	SNC	Prediksi IRI	Prediksi Nilai RCI	Kondisi	Jenis Penanganan
1	2015	4.897.028,97	5,18	6,356	6,193	Sedang	Berkala
2	2016	7.558.460,95	5,18	6,589	6,061	Sedang	Berkala
3	2017	10.372.335,18	5,18	6,834	5,925	Sedang	Berkala
4	2018	13.334.632,92	5,18	7,091	5,783	Sedang	Berkala
5	2019	16.453.391,65	5,18	7,362	5,637	Sedang	Berkala
6	2020	19.776.501,79	5,18	7,649	5,484	Sedang	Berkala
7	2021	23.252.054,18	5,18	7,951	5,327	Sedang	Berkala



Tabel 5.22 Prediksi kondisi perkerasan jalan pada Km. 44 (CESAL Bina Marga)

No.	Tahun	Nilai CESAL BM	SNC	Prediksi IRI	Prediksi Nilai RCI	Kondisi	Jenis Penanganan
8	2022	26.954.619,34	5,18	8,271	5,164	Rusak Ringan	Peningkatan
9	2023	30.412.663,84	5,18	8,593	5,004	Rusak Ringan	Peningkatan
10	2024	34.965.235,64	5,18	8,966	4,822	Rusak Ringan	Peningkatan
11	2025	39.324.931,61	5,18	9,345	4,644	Rusak Ringan	Peningkatan

Sumber : Hasil perhitungan, 2014

Keterangan :

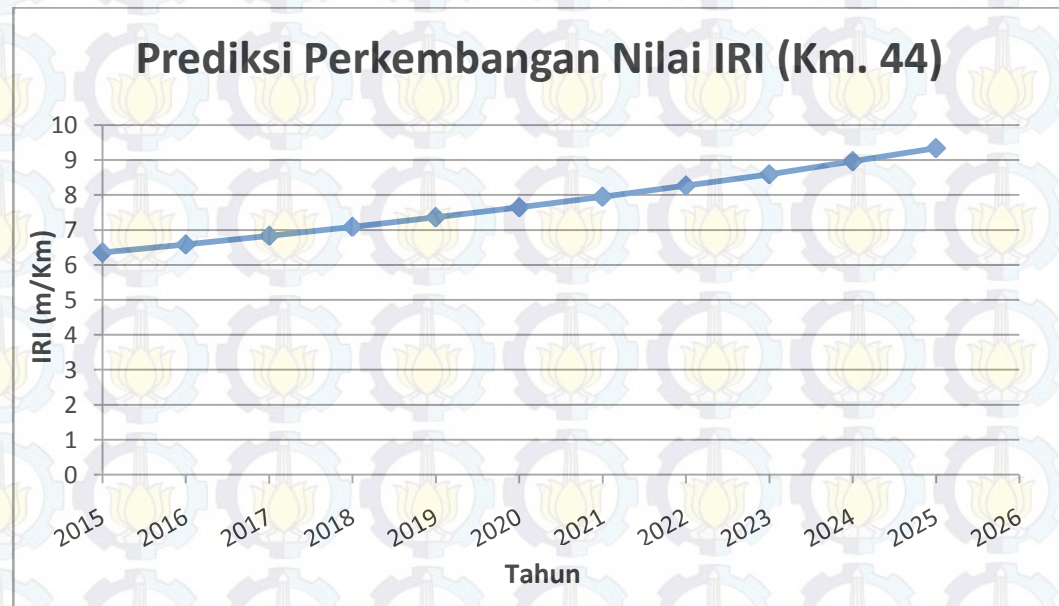
Kondisi Baik : Nilai IRI 0 – 4

Kondisi Sedang : Nilai IRI 4 – 8

Kondisi Rusak Ringan : Nilai IRI 8 – 12

Kondisi Rusak Berat : Nilai IRI > 12

Dari hasil perhitungan diatas kemudian diplot grafik perkembangan nilai IRI terhadap tahun untuk melihat tren peningkatan nilai IRI seperti ditunjukkan pada gambar 5.3 dibawah ini.



Gambar 5.4 Grafik perkembangan nilai IRI pada Km 44 (CESAL Bina Marga)

Dari grafik diatas dapat dilihat tren peningkatan nilai IRI setiap tahunnya yang cenderung linier hingga tahun 2025. Dengan peningkatan nilai beban lalu lintas dalam hal ini nilai CESAL sangat berpengaruh terhadap peningkatan nilai IRI seperti terlihat pada grafik diatas. Untuk mengembalikan kondisi jalan pada keadaan mantap, maka diperlukan program penanganan jalan secara berkala



dimulai pada tahun 2015 untuk menghindari/mengurangi kerusakan jalan yang lebih besar lagi akibat akumulasi beban yang terus meningkat.

#### 5.7.2 Prediksi Kondisi Perkerasan Jalan CESAL Rencana

Pada analisa ini, kondisi perkerasan yang diprediksi oleh HDM-4 menggunakan data CESAL perhitungan rencana yang telah dihitung sebelumnya. Hasil rekapitulasi perhitungan pada segmen km 44 ditunjukkan seperti pada tabel 5.23 dibawah ini.

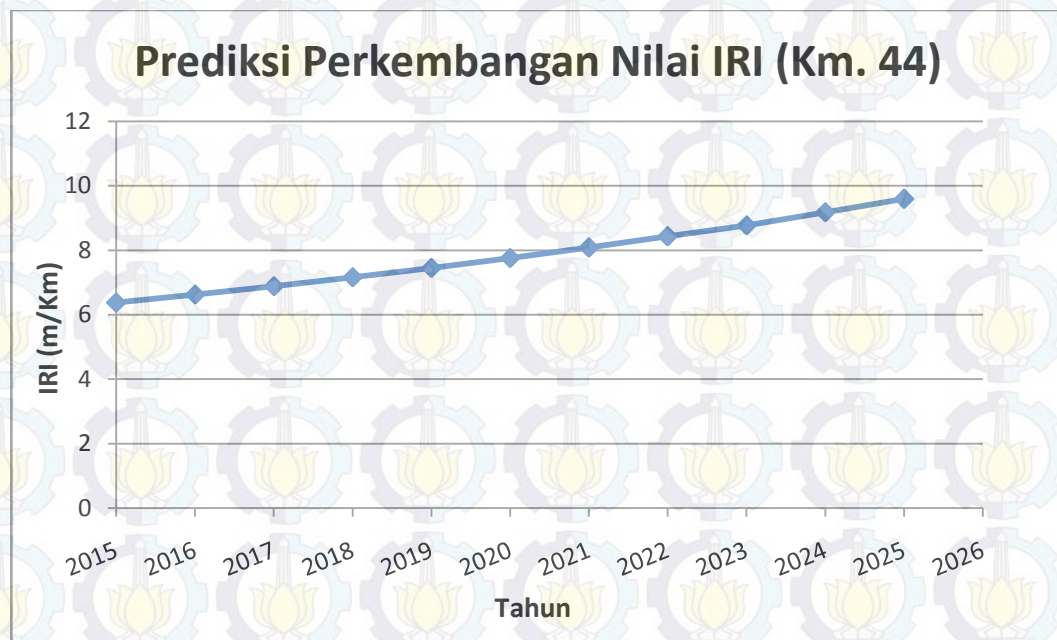
Tabel 5.23 Prediksi kondisi perkerasan jalan pada Km. 44 (CESAL Rencana)

No.	Tahun	Nilai CESAL Rencana	SNC	Prediksi IRI	Prediksi Nilai RCI	Kondisi	Jenis Penanganan
1	2015	5.670.765,58	5,18	6,380	6,179	Sedang	Berkala
2	2016	8.753.635,63	5,18	6,627	6,040	Sedang	Berkala
3	2017	12.013.517,60	5,18	6,887	5,895	Sedang	Berkala
4	2018	15.445.948,99	5,18	7,161	5,745	Sedang	Berkala
5	2019	19.059.854,77	5,18	7,451	5,589	Sedang	Berkala
6	2020	22.911.749,01	5,18	7,758	5,427	Sedang	Berkala
7	2021	26.940.655,16	5,18	8,083	5,260	Rusak Ringan	Peningkatan
8	2022	31.233.825,25	5,18	8,427	5,086	Rusak Ringan	Peningkatan
9	2023	35.264.544,67	5,18	8,774	4,915	Rusak Ringan	Peningkatan
10	2024	40.523.463,68	5,18	9,179	4,722	Rusak Ringan	Peningkatan
11	2025	45.580.621,63	5,18	9,590	4,531	Rusak Ringan	Peningkatan

Sumber : Hasil perhitungan, 2014

Kemudian dari tabel 5.23 diatas diplot grafik perkembangan nilai IRI ditahun-tahun berikutnya dengan menggunakan beban CESAL rencana seperti ditunjukkan pada gambar 5.5 dibawah ini.





Gambar 5.5 Grafik perkembangan nilai IRI pada Km 44 (CESAL Rencana)

### 5.7.3 Prediksi Kondisi Perkerasan Jalan CESAL Aktual (*Overload*)

Pada analisa ini, kondisi perkerasan yang diprediksi menggunakan HDM-4 dengan menggunakan data CESAL perhitungan *overloading* yang telah dihitung sebelumnya. Hasil rekapitulasi perhitungannya ditunjukkan seperti pada tabel 5.23 dibawah ini.

Tabel 5.24 Prediksi kondisi perkerasan jalan HDM-4 (CESAL Aktual)

No.	Tahun	Nilai CESAL Rencana	SNC	Prediksi IRI	Prediksi Nilai RCI	Kondisi	Jenis Penanganan
1	2015	6.416.873,71	5,18	6,404	6,166	Sedang	Berkala
2	2016	10.009.009,16	5,18	6,667	6,018	Sedang	Berkala
3	2017	13.851.967,03	5,18	6,947	5,862	Sedang	Berkala
4	2018	17.966.649,19	5,18	7,245	5,700	Sedang	Berkala
5	2019	22.400.831,35	5,18	7,565	5,529	Sedang	Berkala
6	2020	27.172.429,39	5,18	7,907	5,350	Sedang	Berkala
7	2021	32.284.429,29	5,18	8,273	5,163	Rusak Ringan	Peningkatan
8	2022	37.808.494,61	5,18	8,667	4,967	Rusak Ringan	Peningkatan
9	2023	43.729.695,43	5,18	9,090	4,764	Rusak Ringan	Peningkatan
10	2024	50.077.891,57	5,18	9,544	4,552	Rusak Ringan	Peningkatan
11	2025	56.933.704,53	5,18	10,034	4,332	Rusak Ringan	Peningkatan

Sumber : Hasil perhitungan, 2014

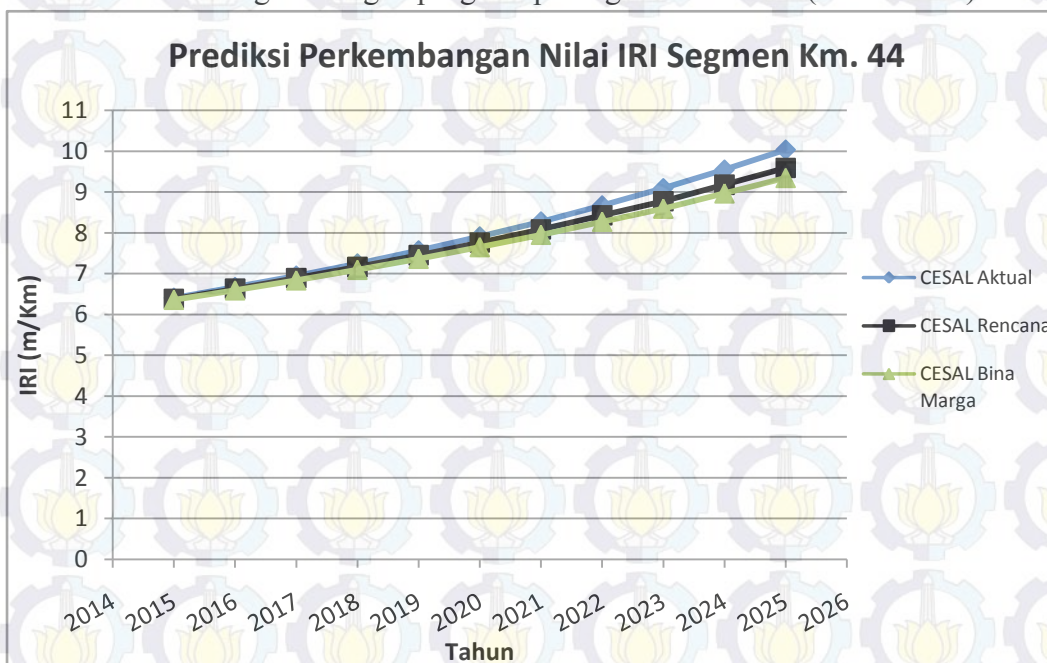
Dari tabel 5.24 diatas kemudian diplot grafik perkembangan IRI untuk 10 tahun mendatang seperti yang ditunjukkan gambar 5.6 dibawah ini.





Gambar 5.6 Grafik perkembangan nilai IRI pada Km 44 (CESAL Aktual)

Dari grafik diatas dapat dilihat nilai IRI yang semakin meningkat seiring dengan peningkatan beban lalu lintas setiap tahunnya yang dipikul oleh perkerasan jalan. Dari tabel 5.24 dan gambar 5.6 diatas dapat dijelaskan, akibat adanya perbedaan peningkatan beban, maka pada tahun ke-7 (2021), penanganan segmen jalan tersebut harus ditangani dengan program peningkatan struktur (nilai IRI >8).



Gambar 5.7 Grafik perkembangan nilai IRI pada segmen Km 44 dengan Beban Bina Marga, Rencana dan Aktual



Grafik diatas menunjukkan adanya perbedaan nilai IRI yang signifikan untuk masing-masing data beban yang digunakan. Perbedaan nilai IRI tersebut akan berpengaruh terhadap kondisi dan penanganan jalan. Pada hasil prediksi, pada tahun 2015 sampai dengan tahun 2020 nilai IRI berada diantara angka 4 – 8, nilai tersebut menandakan ruas jalan dalam kondisi sedang dengan jenis penanganan berkala. Namun memasuki tahun ke 7 (2021), prediksi IRI dengan beban rencana dan aktual menghasilkan nilai IRI diatas 8, artinya kondisi jalan rusak ringan sehingga harus ditangani dengan peningkatan struktur. Seiring dengan peningkatan beban lalu lintas akan mengakibatkan peningkatan nilai IRI, hal tersebut akan mengakibatkan berkurangnya umur rencana jalan dari yang direncanakan dan akan berdampak terhadap biaya penanganan jalan. Untuk mempertahankan kondisi jalan tersebut, maka perencanaan jenis sumbu kendaraan maupun pengawasan terhadap tonase kendaraan sangat diperlukan untuk mengurangi nilai VDF kendaraan ditambah dengan perencanaan DED jalan dan drainase jalan yang baik akan sangat berpengaruh terhadap tingkat pelayanan jalan. Dengan cara yang sama dengan perhitungan diatas, rekapitulasi hasil perhitungan untuk masing-masing segmen jalan ditunjukkan pada tabel 5.25, 5.26 dan 5.27 dibawah ini.



Tabel 5.25 Rekapitulasi perhitungan nilai IRI dengan CESAL Bina Marga

No.	Tahun	CESAL	Variabel	IRI (m/km)									
				Km 44	Km 45	Km 46	Km 47	Km 48	Km 49	Km 50	Km 51	Km 52	Km 53
			SNC	5,18	5,47	5,11	4,87	5,36	4,95	5,08	5,31	5,05	5,45
			RI <sub>0</sub>	5,83	3,71	3,56	3,71	3,71	3,56	3,56	3,71	6,88	7,24
1	2015	4.897.028,97		6,356	4,069	3,949	4,145	4,080	3,972	3,954	4,085	7,491	7,828
2	2016	7.558.460,95		6,589	4,231	4,131	4,351	4,248	4,167	4,137	4,256	7,759	8,078
3	2017	10.372.335,18		6,834	4,402	4,324	4,570	4,426	4,374	4,333	4,438	8,041	8,340
4	2018	13.334.632,92		7,091	4,583	4,529	4,804	4,614	4,595	4,540	4,630	8,338	8,613
5	2019	16.453.391,65		7,362	4,774	4,747	5,053	4,814	4,831	4,761	4,833	8,650	8,900
6	2020	19.776.501,79		7,649	4,977	4,979	5,320	5,026	5,083	4,998	5,050	8,980	9,200
7	2021	23.252.054,18		7,951	5,191	5,226	5,604	5,250	5,351	5,248	5,279	9,327	9,514
8	2022	26.954.619,34		8,271	5,420	5,491	5,909	5,489	5,639	5,517	5,524	9,694	9,845
9	2023	30.412.663,84		8,593	5,648	5,755	6,214	5,729	5,926	5,785	5,769	10,063	10,178
10	2024	34.965.235,64		8,966	5,918	6,073	6,583	6,013	6,274	6,109	6,059	10,491	10,555
11	2025	39.324.931,61		9,345	6,191	6,395	6,957	6,300	6,626	6,436	6,354	10,924	10,938

Sumber : Hasil perhitungan, 2014



Tabel 5.26 Rekapitulasi perhitungan nilai IRI dengan CESAL Rencana

No.	Tahun	CESAL	Variabel	IRI (m/km)									
				Km 44	Km 45	Km 46	Km 47	Km 48	Km 49	Km 50	Km 51	Km 52	Km 53
			SNC	5,18	5,47	5,11	4,87	5,36	4,95	5,08	5,31	5,05	5,45
			RI <sub>0</sub>	5,83	3,71	3,56	3,71	3,71	3,56	3,56	3,71	6,88	7,24
1	2015	5.670.765,58		6,380	4,088	3,975	4,176	4,101	4,001	3,980	4,107	7,517	7,847
2	2016	8.753.635,63		6,627	4,261	4,171	4,400	4,281	4,213	4,178	4,291	7,801	8,109
3	2017	12.013.517,60		6,887	4,445	4,380	4,639	4,472	4,439	4,391	4,486	8,101	8,383
4	2018	15.445.948,99		7,161	4,639	4,603	4,895	4,675	4,680	4,617	4,693	8,416	8,670
5	2019	19.059.854,77		7,451	4,844	4,840	5,168	4,891	4,938	4,858	4,913	8,749	8,971
6	2020	22.911.749,01		7,758	5,064	5,095	5,462	5,121	5,215	5,116	5,149	9,102	9,288
7	2021	26.940.655,16		8,083	5,296	5,366	5,774	5,364	5,510	5,391	5,398	9,473	9,620
8	2022	31.233.825,25		8,427	5,544	5,656	6,111	5,625	5,827	5,686	5,664	9,868	9,971
9	2023	35.264.544,67		8,774	5,792	5,947	6,448	5,886	6,145	5,982	5,932	10,264	10,324
10	2024	40.523.463,68		9,179	6,087	6,298	6,858	6,197	6,531	6,339	6,251	10,727	10,726
11	2025	45.580.621,63		9,590	6,385	6,654	7,273	6,512	6,921	6,701	6,574	11,196	11,136

Sumber : Hasil perhitungan, 2014



Tabel 5.27 Rekapitulasi perhitungan nilai IRI dengan CESAL Aktual

No.	Tahun	CESAL	Variabel	IRI (m/km)									
				Km 44	Km 45	Km 46	Km 47	Km 48	Km 49	Km 50	Km 51	Km 52	Km 53
			SNC	5,18	5,47	5,11	4,87	5,36	4,95	5,08	5,31	5,05	5,45
			RI <sub>0</sub>	5,83	3,71	3,56	3,71	3,71	3,56	3,56	3,71	6,88	7,24
1	2015	6.416.873,71		6,404	4,107	3,999	4,206	4,121	4,029	4,005	4,128	7,543	7,866
2	2016	10.009.009,16		6,667	4,293	4,213	4,451	4,316	4,261	4,222	4,327	7,846	8,141
3	2017	13.851.967,03		6,947	4,492	4,444	4,717	4,524	4,511	4,455	4,540	8,167	8,431
4	2018	17.966.649,19		7,245	4,705	4,692	5,003	4,748	4,782	4,708	4,769	8,509	8,738
5	2019	22.400.831,35		7,565	4,935	4,961	5,315	4,989	5,075	4,981	5,016	8,875	9,063
6	2020	27.172.429,39		7,907	5,182	5,252	5,654	5,249	5,394	5,277	5,282	9,267	9,408
7	2021	32.284.429,29		8,273	5,447	5,567	6,021	5,529	5,740	5,598	5,569	9,685	9,774
8	2022	37.808.494,61		8,667	5,734	5,910	6,421	5,832	6,117	5,946	5,880	10,134	10,164
9	2023	43.729.695,43		9,090	6,043	6,282	6,857	6,160	6,527	6,325	6,216	10,616	10,579
10	2024	50.077.891,57		9,544	6,377	6,684	7,330	6,513	6,972	6,735	6,580	11,132	11,021
11	2025	56.933.704,53		10,034	6,738	7,123	7,847	6,896	7,458	7,182	6,974	11,689	11,494

Sumber : Hasil perhitungan, 2014



#### 5.7.4 Analisis Pengaruh Beban Lalu lintas, CBR, Curah Hujan dan SN Terhadap Peningkatan Nilai IRI

Dalam penelitian ini, data yang digunakan untuk prediksi kondisi perkerasan jalan (IRI) yaitu beban lalu lintas, CBR, curah hujan dan struktur perkerasan jalan. Kemudian akan dianalisis pengaruh masing-masing variabel terhadap peningkatan nilai IRI jalan pada tahun-tahun berikutnya. Untuk dapat menganalisa pengaruh peningkatan beban, maka dalam penelitian ini analisa beban dilakukan pada 3 analisis yaitu beban sesuai standar Bina Marga, beban rencana dan beban aktual (*overload*), kemudian analisa dilakukan pada ruas jalan dengan nilai IRI awal yang sama dengan nilai CBR dan SN yang berbeda untuk melihat pengaruh masing-masing variabel. Dalam analisis ini, dipilih segmen jalan km 47 dan 48 untuk menganalisa masing-masing pengaruh variabel diatas dengan nilai masing-masing variabel seperti yang ditunjukkan pada tabel 5.27 dibawah ini.

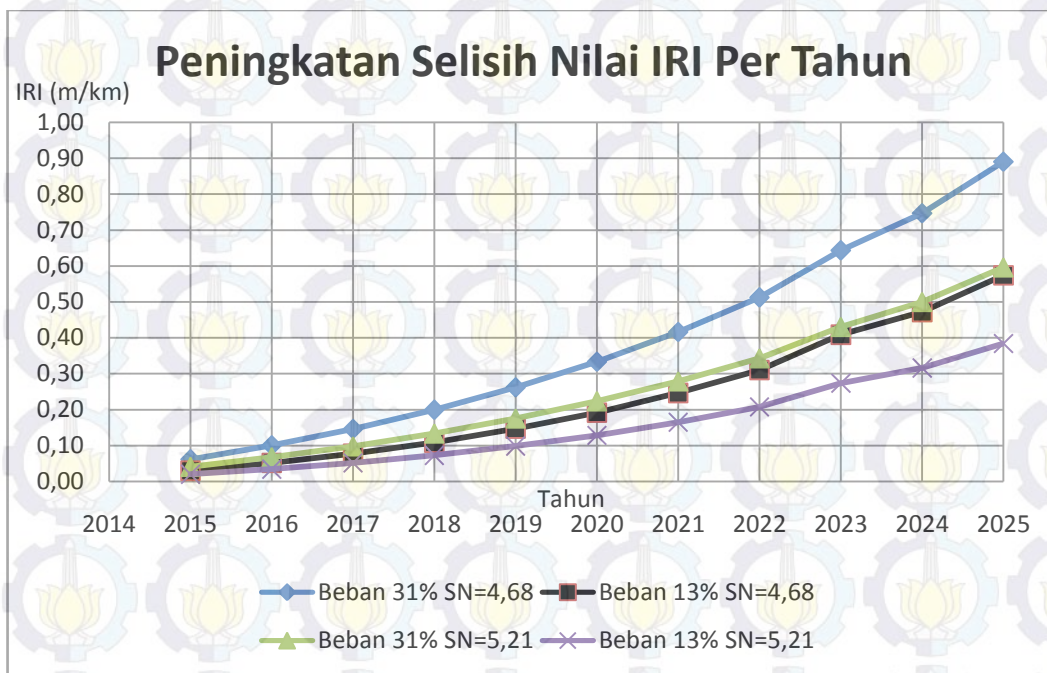
Tabel 5.28 Pertambahan nilai IRI akibat pengaruh beban, CBR dan SN

No.	Tahun	CESAL Bina Marga	CESAL Rencana	CESAL Aktual	$\Delta$ IRI (m/km)		$\Delta$ IRI (m/km)	
					CBR = 3,39		CBR = 3,26	
					SN= 4,68		SN = 5,21	
					$\Delta$ Beban 31%	$\Delta$ Beban 13%	$\Delta$ Beban 31%	$\Delta$ Beban 13%
1	2015	4.897.028,97	5.670.765,58	6.416.873,71	0,061	0,030	0,041	0,020
2	2016	7.558.460,95	8.753.635,63	10.009.009,16	0,101	0,052	0,067	0,035
3	2017	10.372.335,18	12.013.517,60	13.851.967,03	0,146	0,077	0,098	0,052
4	2018	13.334.632,92	15.445.948,99	17.966.649,19	0,199	0,108	0,133	0,073
5	2019	16.453.391,65	19.059.854,77	22.400.831,35	0,262	0,147	0,175	0,099
6	2020	19.776.501,79	22.911.749,01	27.172.429,39	0,333	0,192	0,223	0,129
7	2021	23.252.054,18	26.940.655,16	32.284.429,29	0,416	0,246	0,279	0,165
8	2022	26.954.619,34	31.233.825,25	37.808.494,61	0,512	0,310	0,343	0,208
9	2023	30.412.663,84	35.264.544,67	43.729.695,43	0,643	0,409	0,431	0,274
10	2024	34.965.235,64	40.523.463,68	50.077.891,57	0,746	0,472	0,500	0,316
11	2025	39.324.931,61	45.580.621,63	56.933.704,53	0,890	0,574	0,596	0,384

Sumber : Hasil perhitungan, 2014

Dari grafik diatas kemudian diplot grafik peningkatan nilai IRI untuk setiap tahunnya seperti ditunjukkan pada gambar 5.8 dibawah ini.





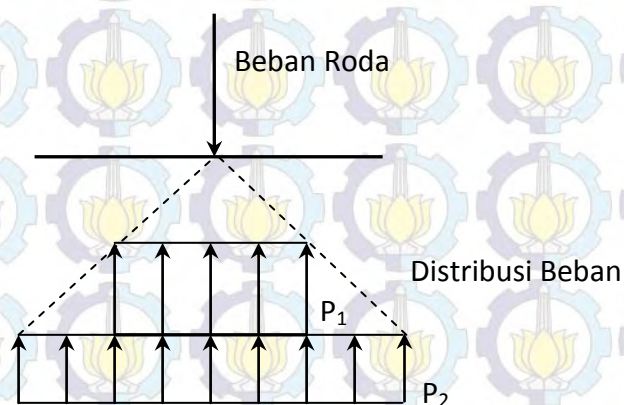
Gambar 5.8 Grafik peningkatan nilai IRI pertahun

Dari grafik dan tabel diatas dapat dijelaskan bahwa kondisi perkerasan jalan dipengaruhi oleh beban lalu lintas dalam hal ini angka ekivalensi beban kendaraan yang melintas pada ruas jalan tersebut. Adanya peningkatan beban lalu lintas termasuk akibat nilai sumbu kendaraan yang melebihi sumbu beban standar yang diijinkan akan mempercepat tingkat kerusakan jalan seperti ditunjukkan tabel diatas dimana kenaikan beban hingga 31% menyebabkan peningkatan nilai IRI hampir dua kali lipat dari beban standar bina marga, hal ini disebabkan karena beban kendaraan sudah melebihi MST yang diijinkan dimana akibat repetisi beban yang berlebih, perkerasan jalan sudah tidak mampu lagi untuk memikul beban yang melintas. Namun dapat dijelaskan bahwa peningkatan kerusakan perkerasan jalan tidak semata-mata disebabkan oleh beban berlebih (*overloading*), kerusakan jalan juga terjadi apabila perhitungan ketebalan perkerasan jalan tidak sesuai dengan kebutuhan volume lalu lintas dalam hal ini nilai *structural number*. Faktor ketebalan perkerasan atau *structural number* (SN) turut mempengaruhi kondisi perkerasan jalan dalam hal ini peningkatan nilai IRI. Dengan beban lalu lintas dan nilai CBR yang sama, namun dengan nilai SN yang berbeda menunjukkan bila nilai SN jalan yang lebih tinggi menunjukkan peningkatan nilai IRI yang lebih lambat bila dibandingkan dengan nilai SN yang



relatif lebih rendah. Semakin rendah nilai SN, maka akan mengakibatkan peningkatan nilai IRI yang cukup signifikan.

Pengaruh beban lalu lintas dan SN juga dapat dijelaskan melalui ilustrasi berikut ini. Model pendistribusian beban dipengaruhi oleh sifat kekakuan lapisan penerima beban. Perkerasan lentur memiliki kekakuan yang lebih rendah sehingga beban yang dilimpahkan ke lapisan dibawahnya didistribusikan pada luas yang lebih sempit.



Gambar 5.9 Distribusi beban pada perkerasan lentur

Pada perkerasan lentur beban kendaraan didistribusikan pada luas yang lebih sempit daripada perkerasan kaku, sehingga  $P_1$  lebih besar dari pada  $P_0$ .  $P_1$  selanjutnya didistribusikan ke lapisan dibawahnya lagi, demikian seterusnya. Karena  $P_2 < P_1$ , maka lapisan perkerasan lentur dibuat berlapis-lapis, dengan lapisan paling atas memiliki sifat yang lebih baik dari lapisan dibawahnya, bila tebal lapis perkerasan semakin kecil atau tidak sesuai dengan beban lalu lintas yang bekerja maka nilai beban persatuan luas akan semakin besar, akibatnya lapis perkerasan akan semakin cepat rusak. Bila dari awal perencanaan jalan tidak diperhitungkan sesuai dengan kebutuhan volume lalu lintas, maka perkembangan kerusakan jalan terjadi lebih cepat dibandingkan dengan jalan dengan perhitungan ketebalan perkerasan yang sesuai dengan perkembangan lalu lintas. Nilai CBR tanah dasar turut berpengaruh terhadap peningkatan nilai IRI meski tidak signifikan pengaruh beban lalu lintas dan SN. Pengaruh nilai CBR akan sangat signifikan apabila lapisan perkerasan diatas tanah dasar mengalami kerusakan dan sistem drainase jalan tidak berfungsi sebagaimana mestinya, termasuk ketika jalan tersebut sudah melewati batas umur layanannya. Ketika itu, ruas jalan dengan



nilai CBR yang rendah memiliki potensi peningkatan nilai IRI yang lebih besar apabila dibandingkan dengan jalan yang memiliki nilai CBR yang lebih tinggi. Faktor curah hujan digunakan untuk kalibrasi kondisi lingkungan, namun tetap memberi pengaruh terhadap peningkatan nilai IRI. Hal ini dapat diakomodasi oleh sistem drainase jalan yang sesuai. Bila sistem drainase jalan tidak berfungsi dengan baik, air akan terperangkap diatas permukaan jalan sehingga akan berpotensi untuk menimbulkan terjadinya kerusakan.

### 5.7.5 Proses Validasi Prediksi Kondisi Perkerasan Jalan

Validasi menentukan apakah model konseptual simulasi/prediksi adalah representasi akurat dari sistem nyata yang sedang dimodelkan. Tahap ini digunakan untuk mengetahui apakah model prediksi yang dibuat telah sesuai dengan sistem yang sebenarnya. Untuk pengujian validasi hasil prediksi dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$E1 = \frac{|\bar{S} - \bar{A}|}{\bar{A}}$$

dengan :  $\bar{S}$  = Nilai rata-rata hasil simulasi/prediksi

$\bar{A}$  = Nilai rata-rata data pengukuran

Hasil prediksi dikatakan valid apabila nilai  $E1 \leq 5\%$

Untuk membandingkan hasil pengukuran nilai IRI dilapangan dengan hasil prediksi, maka data pembanding yang digunakan adalah data pada tahun 2014. Nilai rata-rata pengukuran nilai IRI dilapangan diperoleh dengan menggunakan metode RCI, sedangkan hasil simulasi/prediksi menggunakan pendekatan metode HDM-4. Hasil perbandingan antara menggunakan pendekatan HDM-4 dan pengukuran ditunjukkan pada tabel sebagai berikut :

Tabel 5.29 Perbandingan antara nilai IRI hasil prediksi dengan pengukuran dan prosentase penyimpangannya

No.	Segmen Jalan	Nilai IRI (m/km)		Prosentase Penyimpangan (%)	Keterangan
		Prediksi	Pengukuran		
1	Km Sby 44+000-45+000	5,510	5,83	5,49	Memenuhi
2	Km Sby 45+000-46+000	3,520	3,71	5,13	Memenuhi
3	Km Sby 46+000-47+000	3,405	3,56	4,36	Memenuhi
4	Km Sby 47+000-48+000	3,536	3,71	4,68	Memenuhi
5	Km Sby 48+000-49+000	3,495	3,71	5,80	Tidak Memenuhi



Tabel 5.29 Perbandingan antara nilai IRI hasil prediksi dengan pengukuran dan prosentase penyimpangannya (lanjutan)

No.	Segmen Jalan	Nilai IRI (m/km)		Prosentase Penyimpangan (%)	Keterangan
6	Km Sby 49+000-50+000	3,419	3,56	3,95	Memenuhi
7	Km Sby 50+000-51+000	3,407	3,56	4,29	Memenuhi
8	Km Sby 51+000-52+000	3,530	3,71	4,84	Memenuhi
9	Km Sby 52+000-53+000	6,387	6,88	7,16	Tidak Memenuhi
10	Km Sby 53+000-53+900	6,466	7,24	10,70	Tidak Memenuhi

Sumber : Hasil perhitungan, 2014

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa rata-rata prosentase penyimpangan telah memenuhi syarat (nilai error  $\leq 5\%$ ) sehingga model yang digunakan untuk memprediksi kondisi perkerasan jalan untuk 10 tahun mendatang dapat dianggap valid. Khusus untuk segmen 52 dan 53, nilai IRI prediksi belum sesuai dengan hasil pengukuran (nilai error  $> 5\%$ ), hal ini dapat dijelaskan bahwa pada segmen 52 dan 53 kelandaian jalan cukup tinggi (jalan menanjak) akibat jalan yang menanjak maka rata-rata kecepatan kendaraan rendah sehingga kontak yang terjadi antara ban kendaraan yang melintas diatas permukaan perkerasan jalan akan lebih lama sehingga mengakibatkan nilai angka ekivalen beban sumbu kendaraan (E) cenderung meningkat dan mengakibatkan peningkatan nilai IRI yang cukup signifikan, selain itu proses pemadatan yang merata pada jalan menanjak akan lebih sulit dilakukan sehingga potensi terjadinya lapis perkerasan yang kurang padat cukup besar, peristiwa ini dapat mengakibatkan terjadinya tambahan pemadatan akibat repetisi beban lalu lintas pada lintasan roda dan akan berpengaruh terhadap peningkatan nilai IRI. Dengan demikian, prediksi nilai IRI kemungkinan akan berbeda dengan hasil pengukuran dilapangan akibat adanya peningkatan nilai angka ekivalen beban sumbu kendaraan (E) dan potensi terjadinya pelaksanaan pemadatan lapis perkerasan yang tidak merata.

### 5.8 Perencanaan Penanganan Jalan Tiap Segmen

Setelah mendapatkan nilai IRI hasil prediksi, langkah selanjutnya adalah menentukan jenis penanganan yang sesuai dengan kondisi jalan (nilai IRI per km) sesuai dengan pembahasan pada bab 5.7 sebelumnya. Dari nilai IRI tersebut,



kemudian dapat ditentukan jenis penanganan yang paling tepat seperti yang ditunjukkan tabel 5.30 dibawah ini.

Tabel 5.30 Penanganan jalan berdasarkan nilai IRI

No.	Kondisi Jalan	Nilai IRI (m/km)	Kebutuhan Penanganan
1	Baik	IRI rata-rata 0 - 4	Pemeliharaan Rutin
2	Sedang	$4 < \text{IRI rata-rata} \leq 8$	Pemeliharaan Berkala
3	Rusak	$8 < \text{IRI rata-rata} \leq 12$	Peningkatan Jalan
4	Rusak Berat	$\text{IRI rata-rata} > 12$	Peningkatan Jalan/Rekonstruksi

Sumber : IRMS

Berdasarkan nilai IRI hasil prediksi, maka program penanganan untuk tiap segmen jalan pada tahun 2015 direncanakan sebagai berikut :

Tabel 5.31 Penanganan jalan tiap segmen sesuai dengan nilai IRI

No.	Segmen Jalan	Nilai IRI Prediksi	Kebutuhan Penanganan
1	Km Sby 44+000-45+000	6,404	Pemeliharaan Berkala
2	Km Sby 45+000-46+000	4,107	Pemeliharaan Berkala
3	Km Sby 46+000-47+000	3,999	Pemeliharaan Rutin
4	Km Sby 47+000-48+000	4,206	Pemeliharaan Berkala
5	Km Sby 48+000-49+000	4,121	Pemeliharaan Berkala
6	Km Sby 49+000-50+000	4,029	Pemeliharaan Rutin
7	Km Sby 50+000-51+000	4,005	Pemeliharaan Rutin
8	Km Sby 51+000-52+000	4,128	Pemeliharaan Berkala
9	Km Sby 52+000-53+000	7,846	Pemeliharaan Berkala
10	Km Sby 53+000-53+900	8,141	Peningkatan Jalan

Sumber : Hasil perhitungan, 2014

Program penanganan ini mutlak diperlukan untuk mempertahankan kondisi jalan dan memperpanjang umur pelayanan jalan. Namun karena keterbatasan dana pemeliharaan, maka ruas jalan yang diprioritaskan untuk ditangani diprioritaskan pada Km. Sby 52 + 000 s/d Km. Sby 53 + 900 sesuai dengan hasil nilai IRI lebih dari 8. Jika tidak segera ditangani, nilai ini akan terus meningkat dan pada



akhirnya kondisi jalan semakin rusak (rusak berat). Dari hasil perhitungan nilai SCI sebelumnya diperoleh nilai  $SCI < 1$ , artinya ruas jalan Bts. Kota Gresik – Sadang dapat ditangani dengan program peningkatan jalan, hasil ini juga sesuai dengan hasil prediksi nilai IRI dimana hasil prediksi menghasilkan nilai  $IRI > 8$  sehingga jenis penanganan yang paling sesuai adalah program peningkatan struktur. Dalam penelitian ini, tebal lapis peningkatan/ *overlay* yang diperlukan akan dihitung dengan menggunakan data lendutan FWD pada bab 4 sebelumnya.

#### **5.8.1 Analisis Tebal Perkerasan Tambah (*overlay*) Dengan Data Lendutan**

Konstruksi jalan yang telah habis masa pelayanannya, telah mencapai indeks permukaan akhir yang diharapkan perlu diberikan lapis tambahan untuk dapat kembali mempunyai nilai kekuatan, tingkat kenyamanan, tingkat keamanan, tingkat kededapan terhadap air, dan tingkat kecepatannya mengalirkan air. Pelapisan tambahan (*overlay*) akan lebih efektif dan ekonomis diberikan jika kondisi struktur perkerasan yang ada belum terlalu kritis (nilai IP masih terlalu tinggi). Adapun fungsi dari *overlay* antara lain :

1. Meningkatkan nilai struktural struktur perkerasan (ITP)
2. Meningkatkan nilai fungsional jalan (IP)

Dari hasil perhitungan, direncanakan perhitungan lapis ulang (*overlay*) untuk penanganan/pemeliharaan kerusakan jalan. Tebal lapis tambah (*overlay*) merupakan lapis perkerasan tambahan yang dipasang di atas konstruksi perkerasan yang ada dengan tujuan meningkatkan kekuatan struktur perkerasan yang ada agar dapat melayani lalu lintas yang direncanakan selama kurun waktu yang akan datang.

Untuk perhitungan lapis ulang ini direncanakan dengan menggunakan data dari lendutan langsung pada pusat beban alat *Falling Weight Deflectometer* (FWD). Data ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari Satker P2JN Balai 5 Surabaya seperti pada tabel 4.5 . Data tersebut merupakan hasil pengukuran pada tahun pertengahan tahun 2014 pada ruas jalan studi yang kemudian akan diolah untuk dapat menentukan besarnya tebal perkerasan ulang yang diperlukan. Hasil lendutan yang diperoleh melalui alat FWD terlebih dahulu dikoreksi sebelum dilakukan proses perhitungan untuk menentukan tebal lapis tambah



(*overlay*). Berikut merupakan tahapan-tahapan dalam perencanaan tebal lapis ulang rencana.

1. Menghitung nilai FWD terkoreksi

Hasil lendutan yang diperoleh melalui alat FWD terlebih dahulu dikoreksi sebelum dilakukan proses perhitungan untuk menentukan tebal lapis tambah (*overlay*). Hasil perhitungan data lendutan yang telah dikoreksi disajikan seperti dalam tabel 5.32 dibawah ini .



Tabel 5.32 Nilai lendutan FWD terkoreksi ( $d_L$ ) arah Tuban

No.	Km	Tegangan (Kpa)	Beban Uji (Ton)	Lendutan FWD (mm) $d_{fl}$ (mm)	Temperatur (°C)					Koreksi Pada Temperatur Standar (Ft)	Koreksi Musim (Ca)	Koreksi Beban ( $F_{KB-FWD}$ )	Lendutan Terkoreksi (mm) $d_L = d_{fl} \times F_{tx}$ $Cax F_{KB-FWD}$	$d_L^2$
					$T_u$	$T_p$	$T_t$	$T_b$	$T_L$					
<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>					<i>g</i>	<i>h</i>	<i>i</i>	$j = e \times g \times h \times i$	<i>k</i>
1	29,000	349,37	4,2	0,146	34,5	41,9	37,2	34,8	38,0	0,94	1,2	0,971	0,160	0,025
2	29,500	173,81	4,2	0,439	33,5	40,3	36,9	34,5	37,2	0,94	1,2	0,971	0,481	0,231
3	30,000	165,99	4,2	0,398	31,5	38,7	35,1	32,8	35,5	0,98	1,2	0,971	0,454	0,207
4	30,500	165,25	4,2	0,306	32,5	40,8	36,7	34,3	37,2	0,94	1,2	0,971	0,335	0,112
5	31,000	134,77	4,2	0,430	33,0	42,6	37,8	35,3	38,6	0,94	1,2	0,971	0,471	0,222
6	31,500	141,39	4,2	0,404	34,5	43,3	38,9	36,4	39,5	0,90	1,2	0,971	0,423	0,179
7	32,000	127,56	4,2	0,505	31,5	42,2	36,9	34,4	37,8	0,94	1,2	0,971	0,553	0,306
8	32,500	135,82	4,2	0,422	33,5	41,8	37,7	35,2	38,2	0,94	1,2	0,971	0,462	0,214
9	33,000	166,54	4,2	0,494	32,5	39,8	36,2	33,8	36,6	0,98	1,2	0,971	0,564	0,318
10	33,500	128,42	4,2	0,572	31,5	41,7	36,6	34,2	37,5	0,94	1,2	0,971	0,627	0,393
11	34,000	168,42	4,2	0,433	32,4	43,5	35,4	33,1	37,3	0,94	1,2	0,971	0,474	0,225
12	34,500	202,03	4,2	0,513	34,5	40,6	37,6	35,1	37,7	0,94	1,2	0,971	0,562	0,315
13	35,000	189,90	4,2	0,583	34,5	43,7	39,1	36,5	39,8	0,90	1,2	0,971	0,612	0,374
14	35,500	202,03	4,2	0,513	34,5	42,8	38,7	36,1	39,2	0,90	1,2	0,971	0,538	0,289
15	36,000	202,03	4,2	0,513	34,5	41,4	36,5	34,1	37,3	0,94	1,2	0,971	0,562	0,315
16	36,500	200,27	4,2	0,552	33,5	41,7	37,6	35,1	38,1	0,94	1,2	0,971	0,605	0,366
17	37,000	175,10	4,2	0,633	30,5	39,6	35,1	32,8	35,8	0,98	1,2	0,971	0,723	0,522
18	40,500	202,03	4,2	0,513	34,5	43,2	38,9	36,3	39,5	0,90	1,2	0,971	0,538	0,289
19	41,000	256,60	4,2	0,349	33,5	40,8	37,2	34,7	37,6	0,94	1,2	0,971	0,383	0,146
20	41,500	165,25	4,2	0,306	32,5	40,4	36,5	34,1	37,0	0,94	1,2	0,971	0,335	0,112



Tabel 5.32 Nilai lendutan FWD terkoreksi ( $d_L$ ) (lanjutan)

No.	Km	Tegangan (Kpa)	Beban Uji (Ton)	Lendutan FWD (mm) $d_{fi}$ (mm)	Temperatur (oC)					Koreksi Pada Temperatur Standar (Ft)	Koreksi Musim (Ca)	Koreksi Beban ( $F_{KB-FWD}$ )	Lendutan Terkoreksi (mm) $d_L = d_{fi} \times F_t \times C_a \times F_{KB-FWD}$	$d_L^2$
					$T_u$	$T_p$	$T_t$	$T_b$	$T_L$					
<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>					<i>g</i>	<i>h</i>	<i>i</i>	$j = e \times g \times h \times i$	<i>k</i>
21	42,000	134,77	4,2	0,430	33,0	41,6	37,3	34,9	37,9	0,94	1,2	0,971	0,471	0,222
22	42,500	141,39	4,2	0,404	34,5	43,6	39,1	36,5	39,7	0,90	1,2	0,971	0,423	0,179
23	43,000	128,42	4,2	0,572	31,5	38,2	34,9	32,6	35,2	0,98	1,2	0,971	0,654	0,428
24	43,500	168,42	4,2	0,433	32,4	43,8	38,1	35,6	39,2	0,90	1,2	0,971	0,454	0,206
25	44,000	216,73	4,2	0,441	31,5	39,4	36,8	34,4	36,9	0,90	1,2	0,971	0,463	0,214
26	44,500	199,73	4,2	0,555	33,5	43,2	38,4	35,8	39,1	0,90	1,2	0,971	0,582	0,338
27	52,400	202,03	4,2	0,513	34,5	41,6	38,1	35,6	38,4	0,94	1,2	0,971	0,562	0,315
28	52,900	256,60	4,2	0,349	33,5	42,2	37,9	35,4	38,5	0,94	1,2	0,971	0,383	0,146
29	56,700	164,64	4,2	0,673	32,5	41,8	37,2	34,7	37,9	0,94	1,2	0,971	0,737	0,543
30	57,200	189,90	4,2	0,583	34,5	43,5	36,7	34,3	38,2	0,90	1,2	0,971	0,612	0,374
31	57,700	165,05	4,2	0,622	31,5	41,2	36,4	34,0	37,2	0,94	1,2	0,971	0,682	0,465
32	58,200	345,23	4,2	0,291	32,5	40,6	36,6	34,2	37,1	0,94	1,2	0,971	0,319	0,101
33	58,700	200,27	4,2	0,552	33,5	43,2	38,4	35,8	39,1	0,90	1,2	0,971	0,579	0,336
34	59,200	471,48	4,2	0,211	33,5	39,7	36,6	34,2	36,8	0,98	1,2	0,971	0,241	0,058
35	59,700	267,90	4,2	0,413	31,5	38,4	36,3	33,9	36,2	0,98	1,2	0,971	0,472	0,223
36	60,200	452,78	4,2	0,245	34,5	41,5	38,0	35,5	38,3	0,94	1,2	0,971	0,268	0,072
Jumlah (d)													17,763	9,386
Lendutan Rata-rata ( $d_R$ )													0,493	
Jumlah Titik ( $n_s$ )													36	
Deviasi Standar (s)													0,133	

Sumber: Hasil perhitungan, 2014



Tabel 5.33 Nilai lendutan FWD terkoreksi ( $d_L$ ) arah Surabaya

No.	Km	Tegangan (Kpa)	Beban Uji (Ton)	Lendutan FWD (mm) $d_f$ (mm)	Temperatur (°C)					Koreksi Pada Temperatur Standar (Ft)	Koreksi Musim (Ca)	Koreksi Beban ( $F_{KB-FWD}$ )	Lendutan Terkoreksi (mm) $d_L = d_f \times F_{tx}$ $Cax F_{KB-FWD}$	$d_L^2$
					$T_u$	$T_p$	$T_t$	$T_b$	$T_L$					
<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>					<i>g</i>	<i>h</i>	<i>i</i>	<i>j = exg hxi</i>	<i>k</i>
1	29,000	349,37	4,2	0,367	34,5	41,9	37,2	34,8	38,0	0,94	1,2	0,971	0,402	0,161
2	29,500	173,81	4,2	0,303	33,5	40,3	36,9	34,5	37,2	0,94	1,2	0,971	0,332	0,110
3	30,000	165,99	4,2	0,409	31,5	38,7	35,1	32,8	35,5	0,98	1,2	0,971	0,467	0,218
4	30,500	165,25	4,2	0,176	32,5	40,8	36,7	34,3	37,2	0,94	1,2	0,971	0,193	0,037
5	31,000	134,77	4,2	0,138	33,0	42,6	37,8	35,3	38,6	0,94	1,2	0,971	0,151	0,023
6	31,500	141,39	4,2	0,467	34,5	43,3	38,9	36,4	39,5	0,90	1,2	0,971	0,490	0,240
7	32,000	127,56	4,2	0,374	31,5	42,2	36,9	34,4	37,8	0,94	1,2	0,971	0,409	0,168
8	32,500	135,82	4,2	0,411	33,5	41,8	37,7	35,2	38,2	0,94	1,2	0,971	0,450	0,203
9	33,000	166,54	4,2	0,443	32,5	39,8	36,2	33,8	36,6	0,98	1,2	0,971	0,506	0,256
10	33,500	128,42	4,2	0,428	31,5	41,7	36,6	34,2	37,5	0,94	1,2	0,971	0,469	0,220
11	34,000	168,42	4,2	0,228	32,4	43,5	35,4	33,1	37,3	0,94	1,2	0,971	0,250	0,062
12	34,500	202,03	4,2	0,147	34,5	40,6	37,6	35,1	37,7	0,94	1,2	0,971	0,161	0,026
13	35,000	189,90	4,2	0,122	34,5	43,7	39,1	36,5	39,8	0,90	1,2	0,971	0,128	0,016
14	35,500	202,03	4,2	0,235	34,5	42,8	38,7	36,1	39,2	0,90	1,2	0,971	0,246	0,061
15	36,000	202,03	4,2	0,302	34,5	41,4	36,5	34,1	37,3	0,94	1,2	0,971	0,331	0,110
16	36,500	200,27	4,2	0,158	33,5	41,7	37,6	35,1	38,1	0,94	1,2	0,971	0,173	0,030
17	37,000	175,10	4,2	0,111	30,5	39,6	35,1	32,8	35,8	0,98	1,2	0,971	0,126	0,016
18	40,500	202,03	4,2	0,052	34,5	43,2	38,9	36,3	39,5	0,90	1,2	0,971	0,055	0,003
19	41,000	256,60	4,2	0,247	33,5	40,8	37,2	34,7	37,6	0,94	1,2	0,971	0,271	0,073
20	41,500	165,25	4,2	0,224	32,5	40,4	36,5	34,1	37,0	0,94	1,2	0,971	0,245	0,060



Tabel 5.33 Nilai lendutan FWD terkoreksi ( $d_L$ ) (lanjutan)

No.	Km	Tegangan (Kpa)	Beban Uji (Ton)	Lendutan FWD ( $d_{fi}$ (mm))	Temperatur (oC)					Koreksi Pada Temperatur Standar (Ft)	Koreksi Musim (Ca)	Koreksi Beban ( $F_{KB-FWD}$ )	Lendutan Terkoreksi (mm) $d_L = d_{fi} \times F_{tx} \times C_a \times F_{KB-FWD}$	$d_L^2$
					$T_u$	$T_p$	$T_t$	$T_b$	$T_L$					
<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>					<i>g</i>	<i>h</i>	<i>i</i>	<i>j = exg x h x i</i>	<i>k</i>
21	42,000	134,77	4,2	0,455	33,0	41,6	37,3	34,9	37,9	0,94	1,2	0,971	0,498	0,248
22	42,500	141,39	4,2	0,125	34,5	43,6	39,1	36,5	39,7	0,90	1,2	0,971	0,132	0,017
23	43,000	128,42	4,2	0,127	31,5	38,2	34,9	32,6	35,2	0,98	1,2	0,971	0,145	0,021
24	43,500	168,42	4,2	0,551	32,4	43,8	38,1	35,6	39,2	0,90	1,2	0,971	0,578	0,334
25	44,000	216,73	4,2	0,385	31,5	39,4	36,8	34,4	36,9	0,90	1,2	0,971	0,404	0,163
26	44,500	199,73	4,2	0,258	33,5	43,2	38,4	35,8	39,1	0,90	1,2	0,971	0,271	0,073
27	52,400	202,03	4,2	0,633	34,5	41,6	38,1	35,6	38,4	0,94	1,2	0,971	0,693	0,480
28	52,900	256,60	4,2	0,265	33,5	42,2	37,9	35,4	38,5	0,94	1,2	0,971	0,291	0,085
29	56,700	164,64	4,2	0,355	32,5	41,8	37,2	34,7	37,9	0,94	1,2	0,971	0,389	0,151
30	57,200	189,90	4,2	0,413	34,5	43,5	36,7	34,3	38,2	0,90	1,2	0,971	0,433	0,187
31	57,700	165,05	4,2	0,445	31,5	41,2	36,4	34,0	37,2	0,94	1,2	0,971	0,488	0,238
32	58,200	345,23	4,2	0,555	32,5	40,6	36,6	34,2	37,1	0,94	1,2	0,971	0,608	0,369
33	58,700	200,27	4,2	0,441	33,5	43,2	38,4	35,8	39,1	0,90	1,2	0,971	0,463	0,214
34	59,200	471,48	4,2	0,185	33,5	39,7	36,6	34,2	36,8	0,98	1,2	0,971	0,211	0,045
35	59,700	267,90	4,2	0,353	31,5	38,4	36,3	33,9	36,2	0,98	1,2	0,971	0,403	0,163
36	60,200	452,78	4,2	0,648	34,5	41,5	38,0	35,5	38,3	0,94	1,2	0,971	0,710	0,504
Jumlah (d)													12,571	5,378
Lendutan Rata-rata ( $d_R$ )													0,349	
Jumlah Titik ( $n_s$ )													36	
Deviasi Standar (s)													0,169	

Sumber : Hasil perhitungan, 2014



## 2. Keseragaman Lendutan

Perhitungan tebal lapis tambah dapat dilakukan pada setiap titik pengujian atau berdasarkan panjang segmen (seksi). Apabila berdasarkan panjang seksi maka cara menentukan panjang seksi jalan harus dipertimbangkan terhadap keseragaman lendutan. Keseragaman yang dipandang sangat baik mempunyai rentang faktor keseragaman antara 0 sampai dengan 10, antara 11 sampai dengan 20 keseragaman baik dan antara 21 sampai dengan 30 keseragaman cukup baik. Untuk menentukan faktor keseragaman lendutan adalah dengan menggunakan rumus berikut :

$$d_R = \frac{\sum_1^{n_s} d}{n_s}$$

$$d_R = \frac{\sum_1^{36} d_{f1}}{36}$$

$$d_R = \frac{17,763}{36}$$

$$d_R = 0,493 \text{ mm}$$

Dari hasil perhitungan lendutan rata-rata ( $d_R$ ), kemudian menghitung nilai dari deviasi standar ( $s$ ) dengan menggunakan persamaan berikut ini :

$$S = \sqrt{\frac{n_s(\sum_1^{n_s} d^2) - (\sum_1^{n_s} d)^2}{n_s(n_s - 1)}}$$

$$S = \sqrt{\frac{36(9,386) - (17,763)^2}{36(36 - 1)}}$$

$$S = 0,133 \text{ mm}$$

Dari hasil perhitungan diatas, kemudian nilai faktor keseragaman dapat ditentukan untuk melihat keseragaman lendutan. Untuk menentukan faktor keseragaman lendutan adalah dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$F_K = \frac{s}{d_R} \times 100\% < FK \text{ ijin}$$

$$F_K = \frac{0,133}{0,493} \times 100\% < FK \text{ ijin}$$



FK = 27% < FK ijin

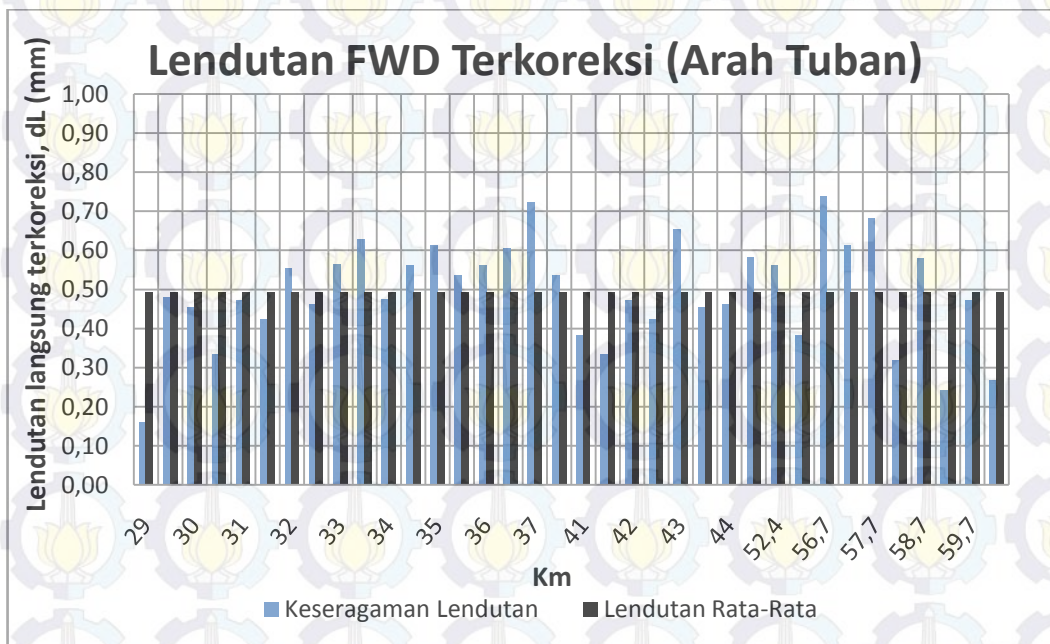
FK ijin = faktor keseragaman yang diijinkan

= 0% - 10%; keseragaman sangat baik

= 11%-20%; keseragaman baik

= 21%-30%; keseragaman cukup baik

Dari hasil perhitungan diatas, nilai FK termasuk kedalam kategori cukup baik (21% - 30%). Berdasarkan hasil perhitungan, maka sebagai gambaran tentang tingkat keseragaman lendutan arah Tuban yang sudah dikoreksi dapat dilihat pada gambar 5.10 dibawah ini.



Gambar 5.10 Lendutan FWD terkoreksi ( $d_L$ ) arah Tuban

### 3. Lendutan Wakil

Untuk menentukan besarnya lendutan yang mewakili suatu ruas/seksi jalan, digunakan rumus (2.15), (2.16), dan (2.17) yang disesuaikan dengan fungsi/kelas jalan, yaitu :

$D_{\text{wakil}} = d_R + 2s$ ; untuk arteri/tol (tingkat kepercayaan 98%)

$D_{\text{wakil}} = d_R + 1,64s$ ; untuk arteri/tol (tingkat kepercayaan 95%)

$D_{\text{wakil}} = d_R + 1,28s$ ; untuk arteri/tol (tingkat kepercayaan 90%)

dengan :



$D_{\text{wakil}}$  = lendutan yang mewakili suatu seksi jalan

$d_R$  = lendutan rata-rata pada suatu seksi jalan

$s$  = deviasi standar

Dari persamaan diatas, dapat ditentukan nilai  $D_{\text{wakil}}$  atau  $D_{\text{sbl ov}}$  sebagai berikut :

$$D_{\text{wakil}} = 0,493 + 1,64(0,133)$$

$$D_{\text{wakil}} = 0,711 \text{ mm}$$

#### 4. Menghitung lendutan rencana/ijin

Lendutan rencana/ijin ( $D_{\text{rencana}}$  atau  $D_{\text{stl ov}}$ ) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\begin{aligned} D_{\text{rencana}} \text{ atau } D_{\text{stl ov}} &= 17,004 \times \text{CESA}^{-0,2307} \\ &= 17,004 \times 40.523.463,68^{-0,2307} \\ &= 0,476 \text{ mm} \end{aligned}$$

#### 5. Menghitung tebal lapis tambah ( $H_o$ )

Tebal lapis tambah ( $H_o$ ) dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$H_o = \{\text{Ln}(1,0364) + \text{Ln}(D_{\text{sbl ov}}) - \text{Ln}(D_{\text{stl ov}})\} / 0,0597$$

$$H_o = \{\text{Ln}(1,0364) + \text{Ln}(0,711) - \text{Ln}(0,476)\} / 0,0597$$

$$H_o = 8,32 \text{ cm}$$

#### 6. Menentukan koreksi tebal lapis tambah ( $F_o$ )

Lokasi ruas jalan Gresik-Sadang, dari tabel Temperatur perkerasan rata-rata tahunan (TPRT) untuk beberapa daerah/kota di Indonesia diperoleh temperatur perkerasan rata-rata (TPRT) sebesar 36,8 °C. Untuk menghitung faktor koreksi tebal lapis tambah ( $F_o$ ) digunakan persamaan sebagai berikut ini :

$$F_o = 0,5032 \times \text{EXP}^{(0,0194 \times \text{TPRT})}$$

$$F_o = 0,5032 \times \text{EXP}^{(0,0194 \times 36,8)}$$

$$F_o = 1,03$$

#### 7. Menghitung tebal lapis tambah terkoreksi ( $H_t$ )

Tebal lapis tambah terkoreksi ( $H_t$ ) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut ini :

$$H_t = H_o \times F_o$$



$$H_t = 8,32 \text{ cm} \times 1,03$$

$$H_t = 8,57 \text{ cm} \sim 9 \text{ cm}$$

Dengan cara yang sama dengan perhitungan diatas, data lendutan untuk arah Surabaya dihitung dengan hasil perhitungan ditabelkan sebagai berikut :

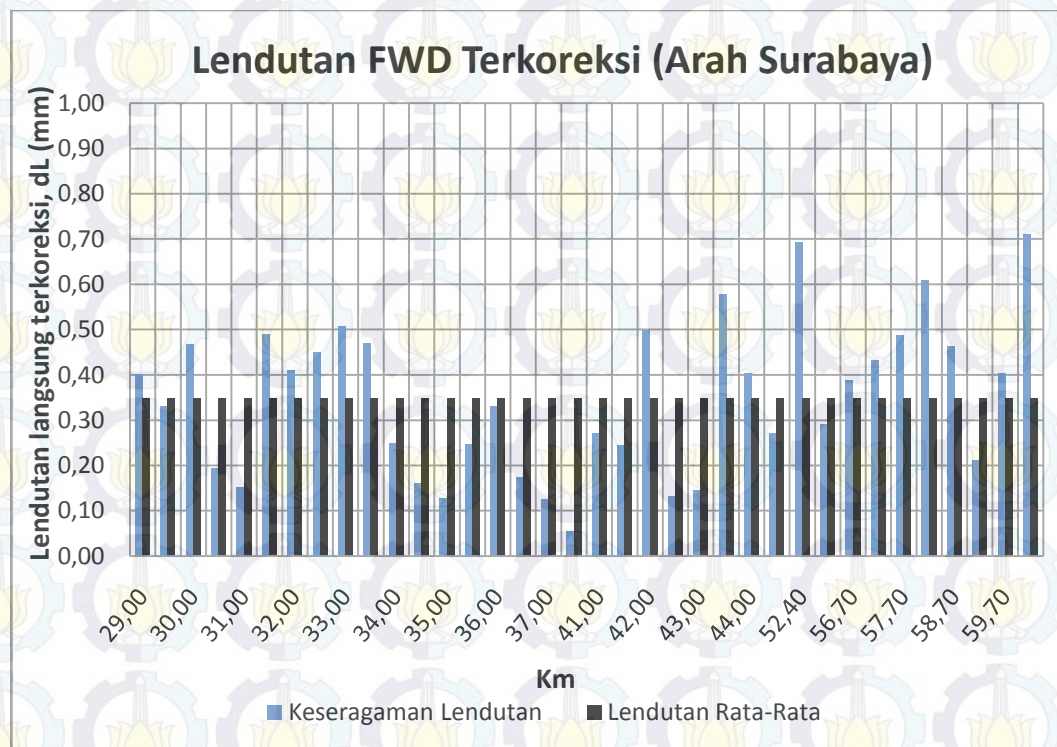
Tabel 5.34 Perhitungan tebal *overlay* untuk arah Tuban dan Surabaya

No.	Uraian Perhitungan	Arah Tuban	Arah Surabaya
1	Lendutan terkoreksi ( $d_L$ ) (mm)	17,763	12,571
2	Lendutan rata-rata ( $d_R$ ) (mm)	0,493	0,349
3	Standar deviasi (s)	0,133	0,169
4	FK (%)	27	48,33
5	$D_{\text{wakil}}$ (mm)	0,711	0,626
6	$D_{\text{rencana}}$ (mm)	0,476	0,476
7	Tebal lapis tambah ( $H_o$ ) (cm)	7,32	5,19
8	Koreksi tebal lapis tambah ( $F_o$ )	1,03	1,03
9	Tebal lapis tambah terkoreksi ( $H_t$ ) (cm)	9	7

Sumber : Hasil perhitungan, 2014

Berdasarkan hasil perhitungan, maka sebagai gambaran tentang tingkat keseragaman lendutan arah Surabaya yang sudah dikoreksi dapat dilihat pada gambar 5.11 dibawah ini.





Gambar 5.11 Lendutan FWD terkoreksi ( $d_L$ ) arah Surabaya

Dari perhitungan diatas, diperoleh nilai FK untuk arah Surabaya lebih besar dari nilai FK yang diijinkan sehingga nilai tebal lapis perkerasan yang dianggap dapat mewakili kondisi ruas jalan studi adalah tebal lapis perkerasan 9 cm. Hasil ini nantinya digunakan untuk menghitung Rencana Anggaran Biaya yang dibutuhkan untuk pelapisan ulang sebagai program untuk peningkatan struktur pada ruas jalan Gresik - Sadang. Untuk mengetahui jenis kerusakan, volume kerusakan dan metode perbaikan maka dilakukan survei lapangan. Hal ini dibutuhkan untuk merencanakan pelapisan ulang. Survei melihat apa saja kelengkapan yang dibutuhkan seperti apakah perlu dilakukan leveling terlebih dahulu sebelum pelapisan ulang atau ada kelengkapan jalan yang hilang atau rusak.

### 5.8.2 Analisis Kondisi Jalan dan Upaya Perbaikan Kerusakan Jalan

Dari hasil survei dilapangan, kondisi jalan studi pada umumnya masih dalam kondisi baik walaupun terdapat kerusakan-kerusakan di beberapa titik ruas jalan (form RM1 dan *striking* kerusakan jalan pada lampiran ). Berikut jenis-jenis kerusakan yang terjadi beserta analisis kemungkinan penyebab kerusakan disepanjang ruas jalan studi.



### 1. Retak Kulit Buaya (*Alligator Crack*)

Retak kulit buaya diperkirakan disebabkan oleh bahan perkerasan yang kurang baik, pelapukan permukaan, tanah dasar atau bagian perkerasan dibawah lapis permukaan kurang stabil, atau bahan lapis pondasi dalam keadaan jenuh air (air tanah naik). Umumnya daerah dimana terjadi retak buaya tidak luas, jika daerah dimana terjadi retak kulit buaya luas, mungkin hal ini disebabkan oleh repetisi beban lalu lintas yang melampaui beban yang dapat dipikul oleh lapisan permukaan tersebut. Retak kulit buaya dapat diresapi oleh air, jika tidak segera ditangani lama-lama kelamaan kerusakan ini akan berkembang menjadi lubang akibat terlepasnya butir-butir. Kerusakan retak kulit buaya terjadi pada semua segmen jalan yaitu mulai km 44 s/d km 53. Kerusakan ini dapat ditangani dengan metode perbaikan P2 (laburan aspal setempat) dan P5 (penambalan lubang/*patching*) sesuai dengan tingkat kerusakan yang terjadi. Perbaikan juga harus disertai dengan perbaikan drainase disekitarnya, sehingga nantinya air tidak tergenang di badan jalan yang dapat mempengaruhi umur jalan.

### 2. Alur (*Ruts*)

Alur merupakan salah satu jenis kerusakan struktural yang terjadi pada lintasan roda sejajar dengan sumbu jalan. Terjadinya alur disebabkan oleh lapis perkerasan yang kurang padat, dengan demikian terjadi tambahan pemadatan akibat repetisi beban lalu lintas pada lintasan roda. Campuran aspal dengan stabilitas rendah juga dapat menimbulkan deformasi plastis akibat lintasan roda kendaraan. Kerusakan alur terjadi pada km 44, km 45, km 46, km 47, km 48, km 49, km 50, km 51, km 52 dan km 53. Alur dapat menampung air hujan dikombinasi dengan beban lama kelamaan akan menimbulkan retak dan lubang sehingga harus segera ditangani dengan cara perbaikan P6 (perataan) untuk kerusakan alur ringan. Untuk kerusakan alur yang cukup parah dapat ditangani dengan perbaikan P5 (penambalan lubang)

### 3. Ambblas (*Grade Depression*)

Penyebab ambblas disebabkan beban kendaraan yang melebihi apa yang direncanakan (*overloading*), pelaksanaan yang kurang baik, atau penurunan bagian perkerasan dikarenakan tanah dasar mengalami *settlement*. Kerusakan ambblas terjadi pada km 44, km 51, km 52 dan km 53. Ambblas dapat terdeteksi



dengan adanya air yang tergenang, yang kemudian dapat meresap kedalam lapis kedalam lapis perkerasan yang lama kelamaan akan menimbulkan lubang.

Perbaikan dapat dilakukan dengan :

1. Ambblas  $\leq 5$  cm, bagian yang rendah diisi dengan bahan sesuai seperti lapen, lataston dan laston
2. Ambblas  $\geq 5$  cm, bagian yang ambblas dibongkar, kemudian dilapis kembali dengan lapis yang sesuai.

#### 4. Lubang (*Potholes*)

Lubang (*potholes*), berupa mangkuk, ukuran bervariasi dari kecil sampai besar. Lubang-lubang ini menampung dan meresapkan air ke dalam lapis permukaan yang menyebabkan semakin parahnya kerusakan jalan.

Lubang disebabkan oleh beberapa hal berikut ini :

- a. Campuran material lapis permukaan jelek, seperti :
  - Kadar aspal rendah, sehingga film aspal tipis dan mudah lepas.
  - Agregat kotor sehingga ikatan antara aspal dan agregat tidak baik.
  - Temperatur campuran tidak memenuhi persyaratan
- b. Lapis permukaan tipis sehingga ikatan aspal dan agregat mudah lepas akibat pengaruh cuaca.
- c. Sistem drainase jelek, sehingga air banyak yang meresap dan mengumpul pada lapis permukaan.
- d. Retak-retak yang terjadi tidak segera ditangani sehingga air meresap masuk dan mengakibatkan terjadinya lubang-lubang kecil.

Kerusakan lubang terjadi pada km 45, km 47, km 48, km 49, km 50, km 51, km 52 dan km 53. Untuk meningkatkan keamanan dan kenyamanan, lubang-lubang tersebut dapat diperbaiki dengan cara:

- Untuk lubang yang dangkal (  $< 20$  mm ), lakukan metode perbaikan P6 (perataan).
- Untuk lubang yang  $> 20$  mm, lakukan metode perbaikan P5 (penambalan lubang).

#### 5. Keriting (*Corrugation*)

Keriting (*corrugation*), alur yang terjadi melintang jalan. Dengan timbulnya lapisan permukaan yang berkeriting ini pengemudi akan merasakan



ketidaknyamanan dalam mengemudi. Penyebab kerusakan ini adalah rendahnya stabilitas campuran yang dapat berasal dari terlalu tingginya kadar aspal, terlalu banyak menggunakan agregat halus, agregat berbentuk butiran dan berpermukaan licin, atau aspal yang dipergunakan mempunyai penetrasi yang tinggi. Kerusakan keriting terjadi pada km 45, km 46, km 47, km 48, km 49, km 50, km 51, km 52 dan km 53 yang dapat diperbaiki dengan metode perbaikan P6 (perataan) dan juga perbaikan P5 (penambalan lubang).

### 5.8.3 Perhitungan Kondisi Kerusakan Jalan

Dari survei kondisi jalan yang telah dilakukan sebelumnya didapatkan besarnya volume kerusakan jalan dapat dilihat pada tabel dibawah:

Tabel 5.35 Perhitungan kondisi kerusakan jalan

No.	Jenis Kerusakan	Luas (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )
1	Lubang	3,89	0,1632
2	Keriting	417,83	-
3	Alur	515,3	16,96
4	Ambles	553,62	30,04
5	Retak buaya	662,95	-
6	Retak garis	455,63	-

Sumber : Hasil perhitungan, 2014

Dari tabel diatas terlihat 5.35 jenis kerusakan yang dicantumkan yang dianggap perlu perhatian khusus karena diperlukan pekerjaan berat seperti pembongkaran perkerasan lama dan penambalan sebelum pelapisan ulang. Kerusakan yang dimaksud yaitu adanya lubang, retak buaya, retak garis, amblas, dan keriting.

### 5.8.4 Analisa Perhitungan Biaya Penanganan

Dari hasil perhitungan kerusakan jalan sebelumnya, disimpulkan bahwa jenis penanganan kerusakan jalan yang sesuai adalah peningkatan struktur perkerasan yaitu berupa pelapisan tambah (*overlay*) untuk umur rencana 10 tahun. Perhitungan biaya ini dimaksudkan untuk menganalisa kebutuhan biaya untuk program peningkatan tersebut. Dengan menggunakan analisa harga satuan biaya dari masing-masing divisi spesifikasi umum 2010, hasil analisa biaya penanganan kerusakan jalan Bts. Kota Gresik – Sadang ditunjukkan tabel 5.33. Biaya tersebut merupakan biaya penanganan peningkatan jalan dengan tebal 9 cm (hasil analisa metode lendutan). Dari hasil analisa perhitungan biaya untuk



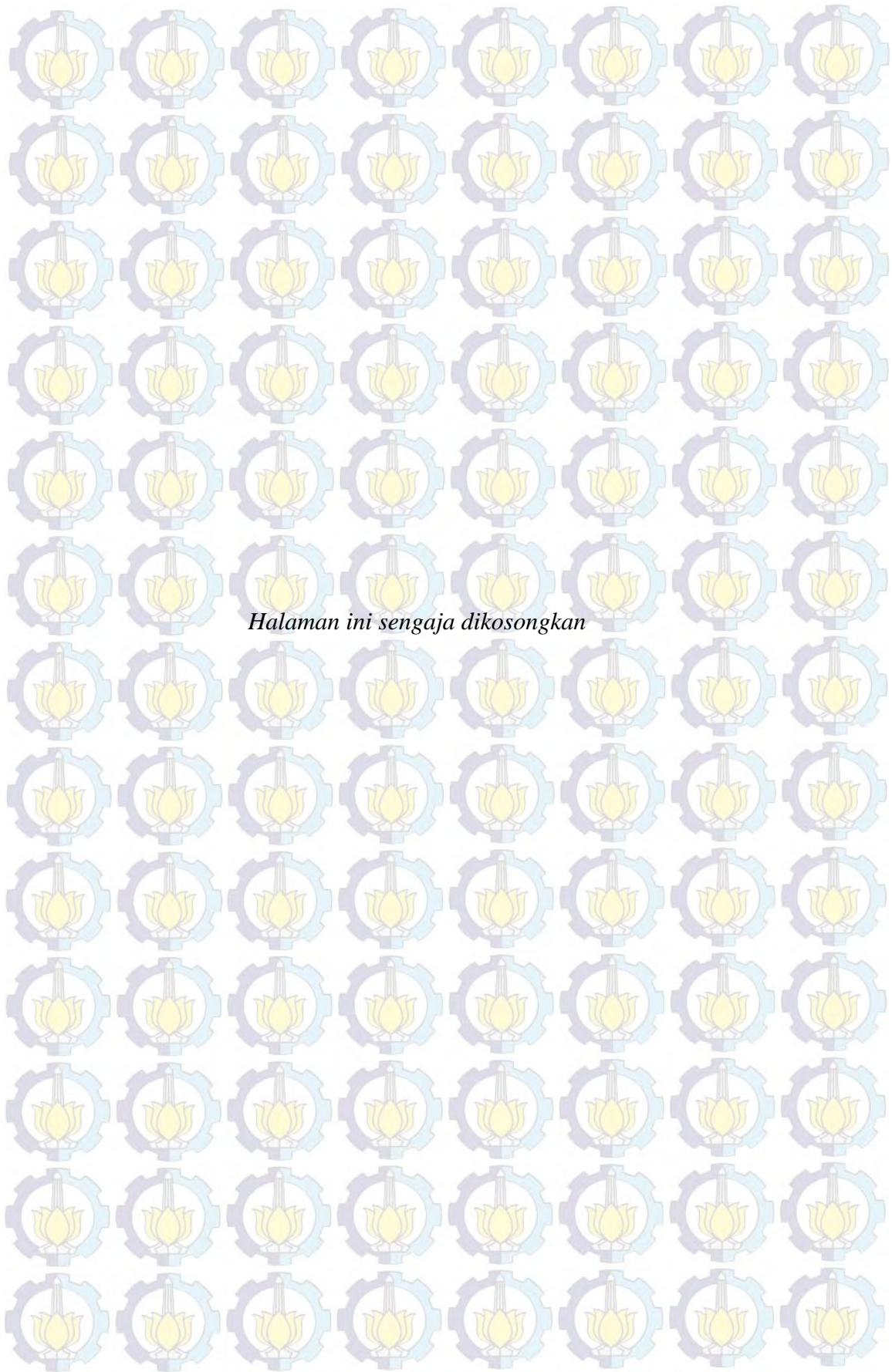
peningkatan ruas jalan Bts. Kota Sadang – Gresik Km Sby 52+000 - Km 53+900  
diperoleh biaya penanganan sebesar Rp. 6.229.436.456,32

Tabel 5.36 Analisa biaya penanganan jalan

Rencana Anggaran Biaya					
Satker : Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional No. Paket Kontrak : Nama Paket : Peningkatan Struktur ( <i>Overlay</i> ) Jalan Lokasi : Bts. Kota Gresik - Sadang (Km Sby 52 + 000 - 53 + 900)					
Mata Pembayaran	Uraian	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rupiah)	Jumlah Harga-harga (Rupiah)
<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f=(dxe)</i>
	<b>DIVISI 1. UMUM</b>				
1.2	Mobilisasi	LS	1	46.530.000	46.530.000
1.8	Manajemen dan keselamatan lalu lintas	LS	1	37.510.000	37.510.000
1.21	Manajemen mutu	LS	1	5.000.000	5.000.000
	<b>Jumlah Harga Pekerjaan Divisi 1</b>				<b>89.040.000</b>
	<b>DIVISI 2. DRAINASE</b>				
2.1	Galian untuk selokan drainase dan saluran air	M <sup>3</sup>	640	41.547,66	26.590.502,40
2.2	Pasangan batu dengan mortar	M <sup>3</sup>	78	592.025,13	46.177.960,14
2.3.4	Gorong-gorong Pipa Beton Bertulang, diameter dalam 100-130 cm	M	11	1.444.124,00	15.885.364,00
	<b>Jumlah Harga Pekerjaan Divisi 2</b>				<b>88.653.826,54</b>
	<b>DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH</b>				
3.1(6)	Galian perkerasan beraspal dengan Cold Milling	M <sup>3</sup>	38	272.426,68	10.216.000,50
3.1(7)	Galian perkerasan beraspal tanpa Cold Milling	M <sup>3</sup>	150	348.871,04	52.330.656,00
	<b>Jumlah Harga Pekerjaan Divisi 3</b>				<b>62.546.656,50</b>
	<b>DIVISI 4. PELEBARAN PERKERASAN DAN BAHU JALAN</b>				
4.2.2	Lapis Pondasi Agregat Kelas S	M <sup>3</sup>	1140	249.774,25	284.742.645
	<b>Jumlah Harga Pekerjaan Divisi 4</b>				<b>284.742.645</b>
	<b>DIVISI 5. PERKERASAN BERBUTIR</b>				
5.1.1	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	M <sup>3</sup>	17,5	360.866,48	6.315.163,40
5.1.2	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	M <sup>3</sup>	10,5	263.090,90	2.762.454,45
5.5(2)	Lapis pondasi agregat dengan Cement Treated Base (CTB)	M <sup>3</sup>	700	546.580,42	382.606.294,00
	<b>Jumlah Harga Pekerjaan Divisi 5</b>				<b>391.683.911,85</b>
	<b>DIVISI 6. PERKERASAN ASPAL</b>				
6.1(1)(a)	Lapis resap pengikat-aspal cair	Liter	2.660,0	12.014,46	31.958.463,60
6.1.2(a)	Lapis perekat - aspal cair	Liter	4.620,0	11.221,00	51.841.020
6.2(4d)	Bahan anti pengelupasan	Kg	313,6	61.643,45	19.329.660
6.3(5a)	Laston lapis aus modifikasi (AC-WC)	Ton	1.433,1	441.768,44	633.116.685
6.3(6a)	Laston lapis antara modifikasi (AC-BC)	Ton	1.991,3	439.531,10	875.243.730
6.3.8(b)	Aspal modifikasi	Ton	156,8	11.392.601,50	1.786.200.419
6.3.10	Bahan pengisi (filler) tambahan (semen)	Kg	68,5	1.581,25	108.298
	<b>Jumlah Harga Pekerjaan Divisi 6</b>				<b>3.397.798.275,01</b>
	<b>DIVISI 7. STRUKTUR</b>				
7.9	Pasangan batu	M <sup>3</sup>	90	564.461,80	50.801.562,00
	<b>Jumlah Harga Pekerjaan Divisi 7</b>				<b>50.801.562,00</b>
	<b>DIVISI 8. PENGEMBALIAN KONDISI DAN Pengerjaan Minor</b>				
8.1(1)	Lapis pondasi agregat kelas A untuk pekerjaan minor	M <sup>3</sup>	700	378.909,48	265.236.636,00
8.1(5)	Campuran aspal panas untuk pekerjaan minor	M <sup>3</sup>	280	2.805.978,84	785.674.075,20
8.4(1)	Marka Jalan Termoplastik	M <sup>2</sup>	240	191.964,70	46.071.528,00
8.4(5)	Patok Pengarah	Buah	5	174.987,02	874.935,10
	<b>Jumlah Harga Pekerjaan Divisi 8</b>				<b>1.097.857.174</b>
	<b>DIVISI 10. PEKERJAAN PEMELIHARAAN RUTIN</b>				
10c	Pekerjaan pemeliharaan rutin	LS	1	200.000.000,00	200.000.000,00
	<b>Jumlah Harga Pekerjaan Divisi 10</b>				<b>200.000.000,00</b>
<b>Jumlah Harga Pekerjaan</b>					<b>5.663.124.051,20</b>
<b>PPn 10%</b>					<b>566.312.405,12</b>
<b>Jumlah Total Harga Pekerjaan</b>					<b>6.229.436.456,32</b>

Sumber : Hasil perhitungan, 2014







## BAB 6

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan analisa data yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, berikut ini dapat diberikan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil analisa menunjukkan pengaruh masing-masing variabel terhadap nilai IRI jalan sebagai berikut :

a) Beban lalu lintas

Peningkatan beban lalu lintas linier dengan peningkatan nilai IRI dimana dengan peningkatan beban lalu lintas sebesar 31% dihasilkan perbedaan kenaikan IRI sebesar 0,061 m/km per tahunnya.

b) Struktur Perkerasan

Semakin kecil nilai *structural number* akan mengakibatkan terjadinya peningkatan nilai IRI. Dengan perbedaan nilai *structural number* sebesar 11,32 % dihasilkan perbedaan kenaikan IRI sebesar 0,034 m/km per tahunnya

c) CBR

Nilai CBR tanah dasar turut berpengaruh terhadap peningkatan nilai IRI dimana semakin kecil nilai CBR tanah dasar akan mengakibatkan peningkatan nilai IRI. Dengan perbedaan CBR sebesar 38 % dihasilkan perbedaan kenaikan nilai IRI sebesar 0,017 m/km pertahunnya.

2. Dengan menggunakan pendekatan HDM-4 dapat diprediksi kondisi perkerasan jalan ditahun-tahun berikutnya dengan rata-rata prosentase penyimpangan (error) kurang dari 5%.

3. Dari hasil prediksi nilai IRI, kebutuhan jenis penanganan jalan masing-masing segmen adalah sebagai berikut:

a) Pemeliharaan rutin di segmen Km Sby 46+000 - 47+000, Km Sby 49+000 – 50+000 dan Km Sby 50+000 – 51+000.

b) Pemeliharaan berkala di segmen Km Sby 44+000-45+000, Km Sby 45+000 – Km Sby 46+000, Km Sby 47+000-48+000, Km Sby 48+000-49+000, dan Km Sby 51+000-52+000



- c) Peningkatan struktur di segmen Km Sby 52+000-53+000 dan Km Sby 53+000 – 53+900.
4. Berdasarkan pada poin 3 di atas, kondisi segmen jalan paling kritis berada pada Km 52+000 – 53+900 sehingga direncanakan penanganan jalan berupa peningkatan struktur dengan tebal lapis tambah sebesar 9 cm dengan biaya penanganan sebesar Rp. 6.229.436.456,32.

## 6.2 Saran

Berikut ini beberapa saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini, yaitu:

1. Beban berlebih sangat berpengaruh terhadap kondisi perkerasan jalan ditahun-tahun mendatang, dengan demikian instansi terkait perlu melakukan pengawasan dan pembatasan muatan kendaraan yang melintas disepanjang ruas jalan Bts. Kota Gresik – Sadang, disamping itu pada beberapa ruas jalan agar dilengkapi dengan drainase jalan yang memadai untuk menghindari air hujan terperangkap pada perkerasan jalan guna mengurangi potensi terjadinya kerusakan jalan.
2. Memaksimalkan penggunaan *Cement Treated Base* (CTB) untuk meminimalisasi kerusakan pada lapis pondasi agregat, baik akibat kualitas pelaksanaan yang kurang baik ataupun karena semakin meningkatnya beban lalu lintas yang terjadi sehingga lapis perkerasan jalan tidak mampu lagi mendukung beban lalu lintas. Dengan nilai koefisien kekuatan relatif yang jauh lebih besar dibandingkan dengan batu pecah (agregat), dapat meningkatkan nilai *structural number* perkerasan jalan sehingga memiliki kemampuan yang lebih besar memikul beban lalu lintas yang terus meningkat.
3. Untuk memberikan prediksi kerusakan jalan yang lebih akurat, maka pada penelitian selanjutnya agar membahas pengaruh masing-masing jenis kerusakan jalan terhadap peningkatan nilai IRI jalan.
4. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang perhitungan denda yang paling optimal akibat beban berlebih sebagai biaya kompensasi biaya penanganan jalan yang terus meningkat.
5. Formula HDM-4 perlu mempertimbangkan variabel kelandaian jalan agar hasil prediksi mendekati hasil yang sebenarnya.



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Perhitungan nilai masing-masing CESAL.....	129
Lampiran 2	Hasil prediksi perkembangan nilai IRI masing-masing segmen jalan.....	141
Lampiran 3	Grafik prediksi perkembangan nilai IRI masing-masing segmen jalan.....	157
Lampiran 4	Dokumentasi hasil survey lapangan.....	163
Lampiran 5	Penentuan kondisi jalan dengan metode RCI.....	165
Lampiran 6	Survei pemeliharaan rutin jalan catatan kondisi dan hasil pengukuran.....	175



LAMPIRAN 1

Tabel 1. CESAL Bina Marga 2014

No.	Gol	Kendaraan	i	VDF	N 1 Tahun	C	Hari	LHR	CESAL
								2013	1 tahun/2014
1	2	Mobil Penumpang	0,06	0,0005	1,03	0,5	365	8.096,28	760,95
2	3	Pick Up, Combi	0,06	0,3006	1,03	0,5	365	9.816,66	554.693,17
3	4	Truk Kecil	0,06	0,3006	1,03	0,5	365	6.623,94	374.287,62
4	5a	Bus Kecil	0,02	0,3006	1,01	0,5	365	392,70	21.758,76
5	5b	Bus Besar	0,02	0,9723	1,01	0,5	365	27,54	4.935,70
6	6	Truk 2 as 6 roda	0,06	2,3964	1,03	0,5	365	1.736,28	782.130,40
7	7a	Truk 3 as 10 roda	0,06	2,3285	1,03	0,5	365	475,94	208.318,84
8	7b	Truk gandeng	0,04	6,5409	1,02	0,5	365	105,04	127.895,50
9	7c	Semi trailer	0,04	6,5409	1,02	0,5	365	253,76	308.975,27
									<b>2.383.756,20</b>

Tabel 2. CESAL Bina Marga 2015

No.	Gol	Kendaraan	i	VDF	N 2 Tahun	C	Hari	LHR	CESAL
								2013	2 tahun/2015
1	2	Mobil Penumpang	0,06	0,0005	2,12	0,5	365	8.096,28	1.566,23
2	3	Pick Up, Combi	0,06	0,3006	2,12	0,5	365	9.816,66	1.141.698,57
3	4	Truk Kecil	0,06	0,3006	2,12	0,5	365	6.623,94	770.378,40
4	5a	Bus Kecil	0,02	0,3006	2,04	0,5	365	392,70	43.948,38
5	5b	Bus Besar	0,02	0,9723	2,04	0,5	365	27,54	9.969,13
6	6	Truk 2 as 6 roda	0,06	2,3964	2,12	0,5	365	1.736,28	1.609.821,80
7	7a	Truk 3 as 10 roda	0,06	2,3285	2,12	0,5	365	475,94	428.772,75
8	7b	Truk gandeng	0,04	6,5409	2,08	0,5	365	105,04	260.806,51
9	7c	Semi trailer	0,04	6,5409	2,08	0,5	365	253,76	630.067,21
									<b>4.897.028,97</b>

Tabel 3. CESAL Bina Marga 2016

No.	Gol	Kendaraan	i	VDF	N 3 Tahun	C	Hari	LHR	CESAL
								2013	3 tahun/2016
1	2	Mobil Penumpang	0,06	0,0005	3,28	0,5	365	8.096,28	2.423,22
2	3	Pick Up, Combi	0,06	0,3006	3,28	0,5	365	9.816,66	1.766.401,55
3	4	Truk Kecil	0,06	0,3006	3,28	0,5	365	6.623,94	1.191.906,20
4	5a	Bus Kecil	0,02	0,3006	3,09	0,5	365	392,70	66.568,88
5	5b	Bus Besar	0,02	0,9723	3,09	0,5	365	27,54	15.100,30
6	6	Truk 2 as 6 roda	0,06	2,3964	3,28	0,5	365	1.736,28	2.490.667,69
7	7a	Truk 3 as 10 roda	0,06	2,3285	3,28	0,5	365	475,94	663.384,26
8	7b	Truk gandeng	0,04	6,5409	3,18	0,5	365	105,04	398.733,03
9	7c	Semi trailer	0,04	6,5409	3,18	0,5	365	253,76	963.275,83
									<b>7.558.460,95</b>



Tabel 4. CESAL Bina Marga 2017

No.	Gol	Kendaraan	i	VDF	N 4 Tahun	C	Hari	LHR	CESAL
								2013	4 tahun/2017
1	2	Mobil Penumpang	0,06	0,0005	4,51	0,5	365	8.096,28	3.331,92
2	3	Pick Up, Combi	0,06	0,3006	4,51	0,5	365	9.816,66	2.428.802,14
3	4	Truk Kecil	0,06	0,3006	4,51	0,5	365	6.623,94	1.638.871,02
4	5a	Bus Kecil	0,02	0,3006	4,16	0,5	365	392,70	89.620,23
5	5b	Bus Besar	0,02	0,9723	4,16	0,5	365	27,54	20.329,21
6	6	Truk 2 as 6 roda	0,06	2,3964	4,51	0,5	365	1.736,28	3.424.668,07
7	7a	Truk 3 as 10 roda	0,06	2,3285	4,51	0,5	365	475,94	912.153,35
8	7b	Truk gandeng	0,04	6,5409	4,33	0,5	365	105,04	542.928,94
9	7c	Semi trailer	0,04	6,5409	4,33	0,5	365	253,76	1.311.630,30
									<b>10.372.335,18</b>

Tabel 5. CESAL Bina Marga 2018

No.	Gol	Kendaraan	i	VDF	N 5 Tahun	C	Hari	LHR	CESAL
								2013	5 tahun/2018
1	2	Mobil Penumpang	0,06	0,0005	5,81	0,5	365	8.096,28	4.292,34
2	3	Pick Up, Combi	0,06	0,3006	5,81	0,5	365	9.816,66	3.128.900,31
3	4	Truk Kecil	0,06	0,3006	5,81	0,5	365	6.623,94	2.111.272,87
4	5a	Bus Kecil	0,02	0,3006	5,26	0,5	365	392,70	113.317,89
5	5b	Bus Besar	0,02	0,9723	5,26	0,5	365	27,54	25.704,72
6	6	Truk 2 as 6 roda	0,06	2,3964	5,81	0,5	365	1.736,28	4.411.822,94
7	7a	Truk 3 as 10 roda	0,06	2,3285	5,81	0,5	365	475,94	1.175.080,04
8	7b	Truk gandeng	0,04	6,5409	5,52	0,5	365	105,04	692.140,35
9	7c	Semi trailer	0,04	6,5409	5,52	0,5	365	253,76	1.672.101,44
									<b>13.334.632,92</b>

Tabel 6. CESAL Bina Marga 2019

No.	Gol	Kendaraan	i	VDF	N 6 Tahun	C	Hari	LHR	CESAL
								2013	6 tahun/2019
1	2	Mobil Penumpang	0,06	0,0005	7,18	0,5	365	8.096,28	5.304,48
2	3	Pick Up, Combi	0,06	0,3006	7,18	0,5	365	9.816,66	3.866.696,09
3	4	Truk Kecil	0,06	0,3006	7,18	0,5	365	6.623,94	2.609.111,74
4	5a	Bus Kecil	0,02	0,3006	6,37	0,5	365	392,70	137.230,98
5	5b	Bus Besar	0,02	0,9723	6,37	0,5	365	27,54	31.129,10
6	6	Truk 2 as 6 roda	0,06	2,3964	7,18	0,5	365	1.736,28	5.452.132,31
7	7a	Truk 3 as 10 roda	0,06	2,3285	7,18	0,5	365	475,94	1.452.164,32
8	7b	Truk gandeng	0,04	6,5409	6,77	0,5	365	105,04	848.875,03
9	7c	Semi trailer	0,04	6,5409	6,77	0,5	365	253,76	2.050.747,60
									<b>16.453.391,65</b>



Tabel 7. CESAL Bina Marga 2020

No.	Gol	Kendaraan	i	VDF	N 7 Tahun	C	Hari	LHR 2013	CESAL 7 tahun/2020
1	2	Mobil Penumpang	0,06	0,0005	8,65	0,5	365	8.096,28	6.390,50
2	3	Pick Up, Combi	0,06	0,3006	8,65	0,5	365	9.816,66	4.658.345,56
3	4	Truk Kecil	0,06	0,3006	8,65	0,5	365	6.623,94	3.143.289,22
4	5a	Bus Kecil	0,02	0,3006	7,51	0,5	365	392,70	161.790,38
5	5b	Bus Besar	0,02	0,9723	7,51	0,5	365	27,54	36.700,08
6	6	Truk 2 as 6 roda	0,06	2,3964	8,65	0,5	365	1.736,28	6.568.376,67
7	7a	Truk 3 as 10 roda	0,06	2,3285	8,65	0,5	365	475,94	1.749.473,73
8	7b	Truk gandeng	0,04	6,5409	8,06	0,5	365	105,04	1.010.625,22
9	7c	Semi trailer	0,04	6,5409	8,06	0,5	365	253,76	2.441.510,44
									<b>19.776.501,79</b>

Tabel 8. CESAL Bina Marga 2021

No.	Gol	Kendaraan	i	VDF	N 8 Tahun	C	Hari	LHR 2013	CESAL 8 tahun/2021
1	2	Mobil Penumpang	0,06	0,0005	10,19	0,5	365	8.096,28	7.528,22
2	3	Pick Up, Combi	0,06	0,3006	10,19	0,5	365	9.816,66	5.487.692,63
3	4	Truk Kecil	0,06	0,3006	10,19	0,5	365	6.623,94	3.702.903,71
4	5a	Bus Kecil	0,02	0,3006	8,67	0,5	365	392,70	186.780,63
5	5b	Bus Besar	0,02	0,9723	8,67	0,5	365	27,54	42.368,80
6	6	Truk 2 as 6 roda	0,06	2,3964	10,19	0,5	365	1.736,28	7.737.775,52
7	7a	Truk 3 as 10 roda	0,06	2,3285	10,19	0,5	365	475,94	2.060.940,73
8	7b	Truk gandeng	0,04	6,5409	9,40	0,5	365	105,04	1.178.644,80
9	7c	Semi trailer	0,04	6,5409	9,40	0,5	365	253,76	2.847.419,12
									<b>23.252.054,18</b>

Tabel 9. CESAL Bina Marga 2022

No.	Gol	Kendaraan	i	VDF	N 9 Tahun	C	Hari	LHR 2013	CESAL 9 tahun/2022
1	2	Mobil Penumpang	0,06	0,0005	11,84	0,5	365	8.096,28	8.747,22
2	3	Pick Up, Combi	0,06	0,3006	11,84	0,5	365	9.816,66	6.376.278,78
3	4	Truk Kecil	0,06	0,3006	11,84	0,5	365	6.623,94	4.302.490,67
4	5a	Bus Kecil	0,02	0,3006	9,85	0,5	365	392,70	212.201,76
5	5b	Bus Besar	0,02	0,9723	9,85	0,5	365	27,54	48.135,26
6	6	Truk 2 as 6 roda	0,06	2,3964	11,84	0,5	365	1.736,28	8.990.702,86
7	7a	Truk 3 as 10 roda	0,06	2,3285	11,84	0,5	365	475,94	2.394.655,37
8	7b	Truk gandeng	0,04	6,5409	10,79	0,5	365	105,04	1.352.933,77
9	7c	Semi trailer	0,04	6,5409	10,79	0,5	365	253,76	3.268.473,65
									<b>26.954.619,34</b>



Tabel CESAL Bina Marga 2023

No.	Gol	Kendaraan	i	VDF	N 10 Tahun	C	Hari	LHR	CESAL
								2013	10 tahun/2023
1	2	Mobil Penumpang	0,06	0,0005	13,58	0,5	365	8.096,28	10.032,71
2	3	Pick Up, Combi	0,06	0,3006	13,58	0,5	365	9.816,66	7.313.333,26
3	4	Truk Kecil	0,06	0,3006	13,58	0,5	365	6.623,94	4.934.782,37
4	5a	Bus Kecil	0,02	0,3006	13,58	0,5	365	392,70	292.558,36
5	5b	Bus Besar	0,02	0,9723	13,58	0,5	365	27,54	66.363,13
6	6	Truk 2 as 6 roda	0,06	2,3964	13,58	0,5	365	1.736,28	10.311.971,70
7	7a	Truk 3 as 10 roda	0,06	2,3285	13,58	0,5	365	475,94	2.746.572,63
8	7b	Truk gandeng	0,04	6,5409	11,06	0,5	365	105,04	1.386.788,46
9	7c	Semi trailer	0,04	6,5409	11,06	0,5	365	253,76	3.350.261,22
								<b>30.412.663,84</b>	

Tabel 11. CESAL Bina Marga 2024

No.	Gol	Kendaraan	i	VDF	N 11 Tahun	C	Hari	LHR	CESAL
								2013	11 tahun/2024
1	2	Mobil Penumpang	0,06	0,0005	15,42	0,5	365	8.096,28	11.392,07
2	3	Pick Up, Combi	0,06	0,3006	15,42	0,5	365	9.816,66	8.304.241,45
3	4	Truk Kecil	0,06	0,3006	15,42	0,5	365	6.623,94	5.603.412,68
4	5a	Bus Kecil	0,02	0,3006	12,29	0,5	365	392,70	264.767,47
5	5b	Bus Besar	0,02	0,9723	12,29	0,5	365	27,54	60.059,12
6	6	Truk 2 as 6 roda	0,06	2,3964	15,42	0,5	365	1.736,28	11.709.175,52
7	7a	Truk 3 as 10 roda	0,06	2,3285	15,42	0,5	365	475,94	3.118.715,01
8	7b	Truk gandeng	0,04	6,5409	13,76	0,5	365	105,04	1.725.335,37
9	7c	Semi trailer	0,04	6,5409	13,76	0,5	365	253,76	4.168.136,93
								<b>34.965.235,64</b>	

Tabel 12. CESAL Bina Marga 2025

No.	Gol	Kendaraan	i	VDF	N 12 Tahun	C	Hari	LHR	CESAL
								2013	12 tahun/2025
1	2	Mobil Penumpang	0,06	0,0005	17,38	0,5	365	8.096,28	12.840,09
2	3	Pick Up, Combi	0,06	0,3006	17,38	0,5	365	9.816,66	9.359.774,09
3	4	Truk Kecil	0,06	0,3006	17,38	0,5	365	6.623,94	6.315.649,31
4	5a	Bus Kecil	0,02	0,3006	13,55	0,5	365	392,70	291.912,06
5	5b	Bus Besar	0,02	0,9723	13,55	0,5	365	27,54	66.216,53
6	6	Truk 2 as 6 roda	0,06	2,3964	17,38	0,5	365	1.736,28	13.197.501,33
7	7a	Truk 3 as 10 roda	0,06	2,3285	17,38	0,5	365	475,94	3.515.127,56
8	7b	Truk gandeng	0,04	6,5409	15,33	0,5	365	105,04	1.922.194,13
9	7c	Semi trailer	0,04	6,5409	15,33	0,5	365	253,76	4.643.716,51
								<b>39.324.931,61</b>	



Tabel 13. CESAL Rencana 2014

No.	Gol	Kendaraan	i	VDF	N 1 Tahun	C	Hari	LHR	CESAL
								2013	1 tahun/2014
1	2	Mobil Penumpang	0,06	0,0011	1,03	0,5	365	8.096,28	1.674,09
2	3	Pick Up, Combi	0,06	0,331	1,03	0,5	365	9.816,66	610.789,89
3	4	Truk Kecil	0,06	0,331	1,03	0,5	365	6.623,94	412.139,73
4	5a	Bus Kecil	0,02	0,331	1,01	0,5	365	392,70	23.959,25
5	5b	Bus Besar	0,02	0,9889	1,01	0,5	365	27,54	5.019,96
6	6	Truk 2 as 6 roda	0,06	2,8994	1,03	0,5	365	1.736,28	946.298,15
7	7a	Truk 3 as 10 roda	0,06	3,0832	1,03	0,5	365	475,94	275.837,94
8	7b	Truk gandeng	0,04	7,2531	1,02	0,5	365	105,04	141.821,29
9	7c	Semi trailer	0,04	7,2531	1,02	0,5	365	253,76	342.617,76
									<b>2.760.158,04</b>

Tabel 14. CESAL Rencana 2015

No.	Gol	Kendaraan	i	VDF	N 2 Tahun	C	Hari	LHR	CESAL
								2013	2 tahun/2015
1	2	Mobil Penumpang	0,06	0,0011	2,12	0,5	365	8.096,28	3.445,70
2	3	Pick Up, Combi	0,06	0,331	2,12	0,5	365	9.816,66	1.257.159,76
3	4	Truk Kecil	0,06	0,331	2,12	0,5	365	6.623,94	848.287,59
4	5a	Bus Kecil	0,02	0,331	2,04	0,5	365	392,70	48.392,93
5	5b	Bus Besar	0,02	0,9889	2,04	0,5	365	27,54	10.139,33
6	6	Truk 2 as 6 roda	0,06	2,8994	2,12	0,5	365	1.736,28	1.947.720,46
7	7a	Truk 3 as 10 roda	0,06	3,0832	2,12	0,5	365	475,94	567.744,10
8	7b	Truk gandeng	0,04	7,2531	2,08	0,5	365	105,04	289.204,19
9	7c	Semi trailer	0,04	7,2531	2,08	0,5	365	253,76	698.671,51
									<b>5.670.765,58</b>

Tabel 15. CESAL Rencana 2016

No.	Gol	Kendaraan	i	VDF	N 3 Tahun	C	Hari	LHR	CESAL
								2013	3 tahun/2016
1	2	Mobil Penumpang	0,06	0,0011	3,28	0,5	365	8.096,28	5.331,08
2	3	Pick Up, Combi	0,06	0,331	3,28	0,5	365	9.816,66	1.945.039,64
3	4	Truk Kecil	0,06	0,331	3,28	0,5	365	6.623,94	1.312.444,95
4	5a	Bus Kecil	0,02	0,331	3,09	0,5	365	392,70	73.301,06
5	5b	Bus Besar	0,02	0,9889	3,09	0,5	365	27,54	15.358,11
6	6	Truk 2 as 6 roda	0,06	2,8994	3,28	0,5	365	1.736,28	3.013.454,30
7	7a	Truk 3 as 10 roda	0,06	3,0832	3,28	0,5	365	475,94	878.396,54
8	7b	Truk gandeng	0,04	7,2531	3,18	0,5	365	105,04	442.148,71
9	7c	Semi trailer	0,04	7,2531	3,18	0,5	365	253,76	1.068.161,25
									<b>8.753.635,6</b>



Tabel 16. CESAL Rencana 2017

No.	Gol	Kendaraan	i	VDF	N 4 Tahun	C	Hari	LHR	CESAL
								2013	4 tahun/2017
1	2	Mobil Penumpang	0,06	0,0011	4,51	0,5	365	8.096,28	7.330,23
2	3	Pick Up, Combi	0,06	0,331	4,51	0,5	365	9.816,66	2.674.429,50
3	4	Truk Kecil	0,06	0,331	4,51	0,5	365	6.623,94	1.804.611,81
4	5a	Bus Kecil	0,02	0,331	4,16	0,5	365	392,70	98.683,63
5	5b	Bus Besar	0,02	0,9889	4,16	0,5	365	27,54	20.676,29
6	6	Truk 2 as 6 roda	0,06	2,8994	4,51	0,5	365	1.736,28	4.143.499,66
7	7a	Truk 3 as 10 roda	0,06	3,0832	4,51	0,5	365	475,94	1.207.795,24
8	7b	Truk gandeng	0,04	7,2531	4,33	0,5	365	105,04	602.045,26
9	7c	Semi trailer	0,04	7,2531	4,33	0,5	365	253,76	1.454.445,98
									<b>12.013.517,60</b>

Tabel 17. CESAL Rencana 2018

No.	Gol	Kendaraan	i	VDF	N 5 Tahun	C	Hari	LHR	CESAL
								2013	5 tahun/2018
1	2	Mobil Penumpang	0,06	0,0011	5,81	0,5	365	8.096,28	9.443,16
2	3	Pick Up, Combi	0,06	0,331	5,81	0,5	365	9.816,66	3.445.329,35
3	4	Truk Kecil	0,06	0,331	5,81	0,5	365	6.623,94	2.324.788,16
4	5a	Bus Kecil	0,02	0,331	5,26	0,5	365	392,70	124.777,85
5	5b	Bus Besar	0,02	0,9889	5,26	0,5	365	27,54	26.143,57
6	6	Truk 2 as 6 roda	0,06	2,8994	5,81	0,5	365	1.736,28	5.337.856,55
7	7a	Truk 3 as 10 roda	0,06	3,0832	5,81	0,5	365	475,94	1.555.940,21
8	7b	Truk gandeng	0,04	7,2531	5,52	0,5	365	105,04	767.503,43
9	7c	Semi trailer	0,04	7,2531	5,52	0,5	365	253,76	1.854.166,70
									<b>15.445.948,99</b>

Tabel 18. CESAL Rencana 2019

No.	Gol	Kendaraan	i	VDF	N 6 Tahun	C	Hari	LHR	CESAL
								2013	6 tahun/2019
1	2	Mobil Penumpang	0,06	0,0011	7,18	0,5	365	8.096,28	11.669,86
2	3	Pick Up, Combi	0,06	0,331	7,18	0,5	365	9.816,66	4.257.739,20
3	4	Truk Kecil	0,06	0,331	7,18	0,5	365	6.623,94	2.872.974,01
4	5a	Bus Kecil	0,02	0,331	6,37	0,5	365	392,70	151.109,30
5	5b	Bus Besar	0,02	0,9889	6,37	0,5	365	27,54	31.660,56
6	6	Truk 2 as 6 roda	0,06	2,8994	7,18	0,5	365	1.736,28	6.596.524,96
7	7a	Truk 3 as 10 roda	0,06	3,0832	7,18	0,5	365	475,94	1.922.831,45
8	7b	Truk gandeng	0,04	7,2531	6,77	0,5	365	105,04	941.304,03
9	7c	Semi trailer	0,04	7,2531	6,77	0,5	365	253,76	2.274.041,41
									<b>19.059.854,77</b>



Tabel 19.CESAL Rencana 2020

No.	Gol	Kendaraan	i	VDF	N 7 Tahun	C	Hari	LHR	CESAL
								2013	7 tahun/2020
1	2	Mobil Penumpang	0,06	0,0011	8,65	0,5	365	8.096,28	14.059,09
2	3	Pick Up, Combi	0,06	0,331	8,65	0,5	365	9.816,66	5.129.449,04
3	4	Truk Kecil	0,06	0,331	8,65	0,5	365	6.623,94	3.461.173,42
4	5a	Bus Kecil	0,02	0,331	7,51	0,5	365	392,70	178.152,41
5	5b	Bus Besar	0,02	0,9889	7,51	0,5	365	27,54	37.326,66
6	6	Truk 2 as 6 roda	0,06	2,8994	8,65	0,5	365	1.736,28	7.947.066,98
7	7a	Truk 3 as 10 roda	0,06	3,0832	8,65	0,5	365	475,94	2.316.503,07
8	7b	Truk gandeng	0,04	7,2531	8,06	0,5	365	105,04	1.120.666,24
9	7c	Semi trailer	0,04	7,2531	8,06	0,5	365	253,76	2.707.352,10
									<b>22.911.749,01</b>

Tabel 20. CESAL Rencana 2021

No.	Gol	Kendaraan	i	VDF	N 8 Tahun	C	Hari	LHR	CESAL
								2013	8 tahun/2021
1	2	Mobil Penumpang	0,06	0,0011	10,19	0,5	365	8.096,28	16.562,09
2	3	Pick Up, Combi	0,06	0,331	10,19	0,5	365	9.816,66	6.042.668,87
3	4	Truk Kecil	0,06	0,331	10,19	0,5	365	6.623,94	4.077.382,33
4	5a	Bus Kecil	0,02	0,331	8,67	0,5	365	392,70	205.669,96
5	5b	Bus Besar	0,02	0,9889	8,67	0,5	365	27,54	43.092,16
6	6	Truk 2 as 6 roda	0,06	2,8994	10,19	0,5	365	1.736,28	9.361.920,53
7	7a	Truk 3 as 10 roda	0,06	3,0832	10,19	0,5	365	475,94	2.728.920,96
8	7b	Truk gandeng	0,04	7,2531	9,40	0,5	365	105,04	1.306.980,48
9	7c	Semi trailer	0,04	7,2531	9,40	0,5	365	253,76	3.157.457,79
									<b>26.940.655,16</b>

Tabel 21. CESAL Rencana 2022

No.	Gol	Kendaraan	i	VDF	N 9 Tahun	C	Hari	LHR	CESAL
								2013	9 tahun/2022
1	2	Mobil Penumpang	0,06	0,0011	11,84	0,5	365	8.096,28	19.243,89
2	3	Pick Up, Combi	0,06	0,331	11,84	0,5	365	9.816,66	7.021.118,69
3	4	Truk Kecil	0,06	0,331	11,84	0,5	365	6.623,94	4.737.606,16
4	5a	Bus Kecil	0,02	0,331	9,85	0,5	365	392,70	233.661,95
5	5b	Bus Besar	0,02	0,9889	9,85	0,5	365	27,54	48.957,07
6	6	Truk 2 as 6 roda	0,06	2,8994	11,84	0,5	365	1.736,28	10.877.835,04
7	7a	Truk 3 as 10 roda	0,06	3,0832	11,84	0,5	365	475,94	3.170.797,26
8	7b	Truk gandeng	0,04	7,2531	10,79	0,5	365	105,04	1.500.246,74
9	7c	Semi trailer	0,04	7,2531	10,79	0,5	365	253,76	3.624.358,46
									<b>31.233.825,25</b>



Tabel 22. CESAL Rencana 2023

No.	Gol	Kendaraan	i	VDF	N 10 Tahun	C	Hari	LHR	CESAL
								2013	10 tahun/2023
1	2	Mobil Penumpang	0,06	0,0011	13,58	0,5	365	8.096,28	22.071,96
2	3	Pick Up, Combi	0,06	0,331	13,58	0,5	365	9.816,66	8.052.938,49
3	4	Truk Kecil	0,06	0,331	13,58	0,5	365	6.623,94	5.433.842,20
4	5a	Bus Kecil	0,02	0,331	13,58	0,5	365	392,70	322.145,10
5	5b	Bus Besar	0,02	0,9889	13,58	0,5	365	27,54	67.496,14
6	6	Truk 2 as 6 roda	0,06	2,8994	13,58	0,5	365	1.736,28	12.476.435,79
7	7a	Truk 3 as 10 roda	0,06	3,0832	13,58	0,5	365	475,94	3.636.775,92
8	7b	Truk gandeng	0,04	7,2531	11,06	0,5	365	105,04	1.537.787,67
9	7c	Semi trailer	0,04	7,2531	11,06	0,5	365	253,76	3.715.051,40
								<b>35.264.544,67</b>	

Tabel 23. CESAL Rencana 2024

No.	Gol	Kendaraan	i	VDF	N 11 Tahun	C	Hari	LHR	CESAL
								2012	11 tahun/2024
1	2	Mobil Penumpang	0,06	0,0011	15,42	0,5	365	8.096,28	25.062,56
2	3	Pick Up, Combi	0,06	0,331	15,42	0,5	365	9.816,66	9.144.058,29
3	4	Truk Kecil	0,06	0,331	15,42	0,5	365	6.623,94	6.170.091,81
4	5a	Bus Kecil	0,02	0,331	12,29	0,5	365	392,70	291.543,69
5	5b	Bus Besar	0,02	0,9889	12,29	0,5	365	27,54	61.084,51
6	6	Truk 2 as 6 roda	0,06	2,8994	15,42	0,5	365	1.736,28	14.166.910,16
7	7a	Truk 3 as 10 roda	0,06	3,0832	15,42	0,5	365	475,94	4.129.534,95
8	7b	Truk gandeng	0,04	7,2531	13,76	0,5	365	105,04	1.913.196,95
9	7c	Semi trailer	0,04	7,2531	13,76	0,5	365	253,76	4.621.980,76
								<b>40.523.463,68</b>	

Tabel 24. CESAL Rencana 2025

No.	Gol	Kendaraan	i	VDF	N 12 Tahun	C	Hari	LHR	CESAL
								2013	12 tahun/2025
1	2	Mobil Penumpang	0,06	0,0011	17,38	0,5	365	8.096,28	28.248,20
2	3	Pick Up, Combi	0,06	0,331	17,38	0,5	365	9.816,66	10.306.338,07
3	4	Truk Kecil	0,06	0,331	17,38	0,5	365	6.623,94	6.954.357,69
4	5a	Bus Kecil	0,02	0,331	13,55	0,5	365	392,70	321.433,44
5	5b	Bus Besar	0,02	0,9889	13,55	0,5	365	27,54	67.347,03
6	6	Truk 2 as 6 roda	0,06	2,8994	17,38	0,5	365	1.736,28	15.967.632,85
7	7a	Truk 3 as 10 roda	0,06	3,0832	17,38	0,5	365	475,94	4.654.430,44
8	7b	Truk gandeng	0,04	7,2531	15,33	0,5	365	105,04	2.131.490,50
9	7c	Semi trailer	0,04	7,2531	15,33	0,5	365	253,76	5.149.343,39
								<b>45.580.621,63</b>	



Tabel 25. CESAL Aktual 2014

No.	Gol	Konfigurasi Sumbu	LHR 2013	DTN	ESA Overload	N 1 Tahun	Hari	CESAL
1	2	1.1	8.205,50	4.102,75	0,0140	1,037	365	21.740,759
2	3	1.1	9.949,09	4.974,55	0,4262	1,037	365	802.487,784
3	4	1.1	6.713,30	3.356,65	0,4262	1,037	365	541.490,854
4	5a	1.1	413,61	206,81	0,4262	1,037	365	33.361,541
5	5b	1.2	29,01	14,51	1,1867	1,037	365	6.515,238
6	6	1.2	1.759,70	879,85	2,4297	1,037	365	809.157,219
7	7a	1.22	482,36	241,18	3,2706	1,037	365	298.565,996
8	7b	1.2+2.2	108,50	54,25	4,1693	1,037	365	85.611,974
9	7c	1.2-2	262,13	131,07	10,0291	1,037	365	497.531,193
								<b>3.096.462,558</b>

Tabel 26. CESAL Aktual 2015

No.	Gol	Konfigurasi Sumbu	LHR 2013	DTN	ESA Overload	N 2 Tahun	Hari	CESAL
1	2	1.1	8.205,50	4.102,75	0,0140	2,149	365	45.053,898
2	3	1.1	9.949,09	4.974,55	0,4262	2,149	365	1.663.014,704
3	4	1.1	6.713,30	3.356,65	0,4262	2,149	365	1.122.144,499
4	5a	1.1	413,61	206,81	0,4262	2,149	365	69.135,922
5	5b	1.2	29,01	14,51	1,1867	2,149	365	13.501,685
6	6	1.2	1.759,70	879,85	2,4297	2,149	365	1.676.835,933
7	7a	1.22	482,36	241,18	3,2706	2,149	365	618.725,483
8	7b	1.2+2.2	108,50	54,25	4,1693	2,149	365	177.415,749
9	7c	1.2-2	262,13	131,07	10,0291	2,149	365	1.031.045,838
								<b>6.416.873,710</b>

Tabel 27. CESAL Aktual 2016

No.	Gol	Konfigurasi Sumbu	LHR 2013	DTN	ESA Overload	N 3 Tahun	Hari	CESAL
1	2	1.1	8.205,50	4.102,75	0,0140	3,352	365	70.274,856
2	3	1.1	9.949,09	4.974,55	0,4262	3,352	365	2.593.962,442
3	4	1.1	6.713,30	3.356,65	0,4262	3,352	365	1.750.315,663
4	5a	1.1	413,61	206,81	0,4262	3,352	365	107.837,883
5	5b	1.2	29,01	14,51	1,1867	3,352	365	21.059,863
6	6	1.2	1.759,70	879,85	2,4297	3,352	365	2.615.520,730
7	7a	1.22	482,36	241,18	3,2706	3,352	365	965.085,071
8	7b	1.2+2.2	108,50	54,25	4,1693	3,352	365	276.732,243
9	7c	1.2-2	262,13	131,07	10,0291	3,352	365	1.608.220,404
								<b>10.009.009,156</b>



Tabel 28. CESAL Aktual 2017

No.	Gol	Konfigurasi Sumbu	LHR 2013	DTN	ESA Overload	N 4 Tahun	Hari	CESAL
1	2	1.1	8.205,50	4.102,75	0,0140	4,639	365	97.256,879
2	3	1.1	9.949,09	4.974,55	0,4262	4,639	365	3.589.914,012
3	4	1.1	6.713,30	3.356,65	0,4262	4,639	365	2.422.349,153
4	5a	1.1	413,61	206,81	0,4262	4,639	365	149.242,226
5	5b	1.2	29,01	14,51	1,1867	4,639	365	29.145,795
6	6	1.2	1.759,70	879,85	2,4297	4,639	365	3.619.749,602
7	7a	1.22	482,36	241,18	3,2706	4,639	365	1.335.629,369
8	7b	1.2+2.2	108,50	54,25	4,1693	4,639	365	382.983,554
9	7c	1.2-2	262,13	131,07	10,0291	4,639	365	2.225.696,437
								<b>13.851.967,027</b>

Tabel 29. CESAL Aktual 2018

No.	Gol	Konfigurasi Sumbu	LHR 2013	DTN	ESA Overload	N 5 Tahun	Hari	CESAL
1	2	1.1	8.205,50	4.102,75	0,0140	6,017	365	126.146,721
2	3	1.1	9.949,09	4.974,55	0,4262	6,017	365	4.656.286,400
3	4	1.1	6.713,30	3.356,65	0,4262	6,017	365	3.141.900,163
4	5a	1.1	413,61	206,81	0,4262	6,017	365	193.574,148
5	5b	1.2	29,01	14,51	1,1867	6,017	365	37.803,460
6	6	1.2	1.759,70	879,85	2,4297	6,017	365	4.694.984,556
7	7a	1.22	482,36	241,18	3,2706	6,017	365	1.732.373,769
8	7b	1.2+2.2	108,50	54,25	4,1693	6,017	365	496.747,585
9	7c	1.2-2	262,13	131,07	10,0291	6,017	365	2.886.832,390
								<b>17.966.649,192</b>

Tabel 30. CESAL Aktual 2019

No.	Gol	Konfigurasi Sumbu	LHR 2013	DTN	ESA Overload	N 6 Tahun	Hari	CESAL
1	2	1.1	8.205,50	4.102,75	0,0140	7,502	365	157.279,824
2	3	1.1	9.949,09	4.974,55	0,4262	7,502	365	5.805.461,289
3	4	1.1	6.713,30	3.356,65	0,4262	7,502	365	3.917.323,421
4	5a	1.1	413,61	206,81	0,4262	7,502	365	241.348,389
5	5b	1.2	29,01	14,51	1,1867	7,502	365	47.133,382
6	6	1.2	1.759,70	879,85	2,4297	7,502	365	5.853.710,178
7	7a	1.22	482,36	241,18	3,2706	7,502	365	2.159.924,882
8	7b	1.2+2.2	108,50	54,25	4,1693	7,502	365	619.345,252
9	7c	1.2-2	262,13	131,07	10,0291	7,502	365	3.599.304,735
								<b>22.400.831,351</b>



Tabel 31. CESAL Aktual 2020

No.	Gol	Konfigurasi Sumbu	LHR 2013	DTN	ESA Overload	N 7 Tahun	Hari	CESAL
1	2	1.1	8.205,50	4.102,75	0,0140	9,1	365	190.781,978
2	3	1.1	9.949,09	4.974,55	0,4262	9,1	365	7.042.081,809
3	4	1.1	6.713,30	3.356,65	0,4262	9,1	365	4.751.751,950
4	5a	1.1	413,61	206,81	0,4262	9,1	365	292.757,977
5	5b	1.2	29,01	14,51	1,1867	9,1	365	57.173,257
6	6	1.2	1.759,70	879,85	2,4297	9,1	365	7.100.608,187
7	7a	1.22	482,36	241,18	3,2706	9,1	365	2.620.010,188
8	7b	1.2+2.2	108,50	54,25	4,1693	9,1	365	751.271,900
9	7c	1.2-2	262,13	131,07	10,0291	9,1	365	4.365.992,148
								<b>27.172.429,392</b>

Tabel 32. CESAL Aktual 2021

No.	Gol	Konfigurasi Sumbu	LHR 2013	DTN	ESA Overload	N 8 Tahun	Hari	CESAL
1	2	1.1	8.205,50	4.102,75	0,0140	10,812	365	226.674,148
2	3	1.1	9.949,09	4.974,55	0,4262	10,812	365	8.366.921,815
3	4	1.1	6.713,30	3.356,65	0,4262	10,812	365	5.645.707,921
4	5a	1.1	413,61	206,81	0,4262	10,812	365	347.835,082
5	5b	1.2	29,01	14,51	1,1867	10,812	365	67.929,368
6	6	1.2	1.759,70	879,85	2,4297	10,812	365	8.436.458,870
7	7a	1.22	482,36	241,18	3,2706	10,812	365	3.112.917,599
8	7b	1.2+2.2	108,50	54,25	4,1693	10,812	365	892.610,086
9	7c	1.2-2	262,13	131,07	10,0291	10,812	365	5.187.374,407
								<b>32.284.429,295</b>

Tabel 33. CESAL Aktual 2022

No.	Gol	Konfigurasi Sumbu	LHR 2013	DTN	ESA Overload	N 9 Tahun	Hari	CESAL
1	2	1.1	8.205,50	4.102,75	0,0140	12,662	365	265.459,495
2	3	1.1	9.949,09	4.974,55	0,4262	12,662	365	9.798.553,831
3	4	1.1	6.713,30	3.356,65	0,4262	12,662	365	6.611.723,427
4	5a	1.1	413,61	206,81	0,4262	12,662	365	407.351,813
5	5b	1.2	29,01	14,51	1,1867	12,662	365	79.552,503
6	6	1.2	1.759,70	879,85	2,4297	12,662	365	9.879.989,106
7	7a	1.22	482,36	241,18	3,2706	12,662	365	3.645.557,032
8	7b	1.2+2.2	108,50	54,25	4,1693	12,662	365	1.045.341,186
9	7c	1.2-2	262,13	131,07	10,0291	12,662	365	6.074.966,217
								<b>37.808.494,611</b>



Tabel 34. CESAL Aktual 2023

No.	Gol	Konfigurasi Sumbu	LHR 2013	DTN	ESA Overload	N 10 Tahun	Hari	CESAL
1	2	1.1	8.205,50	4.102,75	0,0140	14,645	365	307.033,194
2	3	1.1	9.949,09	4.974,55	0,4262	14,645	365	11.333.108,581
3	4	1.1	6.713,30	3.356,65	0,4262	14,645	365	7.647.187,616
4	5a	1.1	413,61	206,81	0,4262	14,645	365	471.147,315
5	5b	1.2	29,01	14,51	1,1867	14,645	365	92.011,247
6	6	1.2	1.759,70	879,85	2,4297	14,645	365	11.427.297,461
7	7a	1.22	482,36	241,18	3,2706	14,645	365	4.216.488,923
8	7b	1.2+2.2	108,50	54,25	4,1693	14,645	365	1.209.052,415
9	7c	1.2-2	262,13	131,07	10,0291	14,645	365	7.026.368,682
								<b>43.729.695,433</b>

Tabel 35. CESAL Aktual 2024

No.	Gol	Konfigurasi Sumbu	LHR 2013	DTN	ESA Overload	N 11 Tahun	Hari	CESAL
1	2	1.1	8.205,50	4.102,75	0,0140	16,771	365	351.604,895
2	3	1.1	9.949,09	4.974,55	0,4262	16,771	365	12.978.324,617
3	4	1.1	6.713,30	3.356,65	0,4262	16,771	365	8.757.322,193
4	5a	1.1	413,61	206,81	0,4262	16,771	365	539.543,299
5	5b	1.2	29,01	14,51	1,1867	16,771	365	105.368,428
6	6	1.2	1.759,70	879,85	2,4297	16,771	365	13.086.186,802
7	7a	1.22	482,36	241,18	3,2706	16,771	365	4.828.592,402
8	7b	1.2+2.2	108,50	54,25	4,1693	16,771	365	1.384.569,344
9	7c	1.2-2	262,13	131,07	10,0291	16,771	365	8.046.379,595
								<b>50.077.891,575</b>

Tabel 36. CESAL Aktual 2025

No.	Gol	Konfigurasi Sumbu	LHR 2013	DTN	ESA Overload	N 12 Tahun	Hari	CESAL
1	2	1.1	8.205,50	4.102,75	0,0140	19,067	365	399.740,656
2	3	1.1	9.949,09	4.974,55	0,4262	19,067	365	14.755.096,028
3	4	1.1	6.713,30	3.356,65	0,4262	19,067	365	9.956.225,761
4	5a	1.1	413,61	206,81	0,4262	19,067	365	613.408,389
5	5b	1.2	29,01	14,51	1,1867	19,067	365	119.793,680
6	6	1.2	1.759,70	879,85	2,4297	19,067	365	14.877.724,868
7	7a	1.22	482,36	241,18	3,2706	19,067	365	5.489.641,126
8	7b	1.2+2.2	108,50	54,25	4,1693	19,067	365	1.574.121,023
9	7c	1.2-2	262,13	131,07	10,0291	19,067	365	9.147.952,998
								<b>56.933.704,529</b>



**LAMPIRAN 2**

**Prediksi perkembangan nilai IRI Km 44 beban Bina Marga**

No.	Tahun	Nilai CESAL BM	SNC	Prediksi IRI	Prediksi Nilai RCI	Kondisi	Penanganan
1	2015	4.897.028,97	5,18	6,356	6,193	Sedang	Berkala
2	2016	7.558.460,95	5,18	6,589	6,061	Sedang	Berkala
3	2017	10.372.335,18	5,18	6,834	5,925	Sedang	Berkala
4	2018	13.334.632,92	5,18	7,091	5,783	Sedang	Berkala
5	2019	16.453.391,65	5,18	7,362	5,637	Sedang	Berkala
6	2020	19.776.501,79	5,18	7,649	5,484	Sedang	Berkala
7	2021	23.252.054,18	5,18	7,951	5,327	Sedang	Berkala
8	2022	26.954.619,34	5,18	8,271	5,164	Rusak Ringan	Peningkatan
9	2023	30.412.663,84	5,18	8,593	5,004	Rusak Ringan	Peningkatan
10	2024	34.965.235,64	5,18	8,966	4,822	Rusak Ringan	Peningkatan
11	2025	39.324.931,61	5,18	9,345	4,644	Rusak Ringan	Peningkatan

**Prediksi perkembangan nilai IRI Km 45 beban Bina Marga**

No.	Tahun	Nilai CESAL BM	SNC	Prediksi IRI	Prediksi Nilai RCI	Kondisi	Penanganan
1	2015	4.897.028,97	5,47	4,069	7,573	Sedang	Berkala
2	2016	7.558.460,95	5,47	4,231	7,471	Sedang	Berkala
3	2017	10.372.335,18	5,47	4,402	7,364	Sedang	Berkala
4	2018	13.334.632,92	5,47	4,583	7,251	Sedang	Berkala
5	2019	16.453.391,65	5,47	4,774	7,133	Sedang	Berkala
6	2020	19.776.501,79	5,47	4,977	7,009	Sedang	Berkala
7	2021	23.252.054,18	5,47	5,191	6,878	Sedang	Berkala
8	2022	26.954.619,34	5,47	5,420	6,741	Sedang	Berkala
9	2023	30.412.663,84	5,47	5,648	6,605	Sedang	Berkala
10	2024	34.965.235,64	5,47	5,918	6,446	Sedang	Berkala
11	2025	39.324.931,61	5,47	6,191	6,288	Sedang	Berkala



Prediksi perkembangan nilai IRI Km 46 beban Bina Marga

No.	Tahun	Nilai CESAL BM	SNC	Prediksi IRI	Prediksi Nilai RCI	Kondisi	Penanganan
1	2015	4.897.028,97	5,11	3,949	7,649	Baik	Rutin
2	2016	7.558.460,95	5,11	4,131	7,534	Sedang	Berkala
3	2017	10.372.335,18	5,11	4,324	7,413	Sedang	Berkala
4	2018	13.334.632,92	5,11	4,529	7,285	Sedang	Berkala
5	2019	16.453.391,65	5,11	4,747	7,150	Sedang	Berkala
6	2020	19.776.501,79	5,11	4,979	7,007	Sedang	Berkala
7	2021	23.252.054,18	5,11	5,226	6,857	Sedang	Berkala
8	2022	26.954.619,34	5,11	5,491	6,698	Sedang	Berkala
9	2023	30.412.663,84	5,11	5,755	6,541	Sedang	Berkala
10	2024	34.965.235,64	5,11	6,073	6,356	Sedang	Berkala
11	2025	39.324.931,61	5,11	6,395	6,171	Sedang	Berkala

Prediksi perkembangan nilai IRI Km 47 beban Bina Marga

No.	Tahun	Nilai CESAL BM	SNC	Prediksi IRI	Prediksi Nilai RCI	Kondisi	Penanganan
1	2015	4.897.028,97	4,87	4,145	7,525	Sedang	Berkala
2	2016	7.558.460,95	4,87	4,351	7,396	Sedang	Berkala
3	2017	10.372.335,18	4,87	4,570	7,259	Sedang	Berkala
4	2018	13.334.632,92	4,87	4,804	7,115	Sedang	Berkala
5	2019	16.453.391,65	4,87	5,053	6,962	Sedang	Berkala
6	2020	19.776.501,79	4,87	5,320	6,800	Sedang	Berkala
7	2021	23.252.054,18	4,87	5,604	6,631	Sedang	Berkala
8	2022	26.954.619,34	4,87	5,909	6,451	Sedang	Berkala
9	2023	30.412.663,84	4,87	6,214	6,275	Sedang	Berkala
10	2024	34.965.235,64	4,87	6,583	6,064	Sedang	Berkala
11	2025	39.324.931,61	4,87	6,957	5,857	Sedang	Berkala



Prediksi perkembangan nilai IRI Km 48 beban Bina Marga

No.	Tahun	Nilai CESAL BM	SNC	Prediksi IRI	Prediksi Nilai RCI	Kondisi	Penanganan
1	2015	4.897.028,97	5,36	4,080	7,566	Sedang	Berkala
2	2016	7.558.460,95	5,36	4,248	7,461	Sedang	Berkala
3	2017	10.372.335,18	5,36	4,426	7,349	Sedang	Berkala
4	2018	13.334.632,92	5,36	4,614	7,232	Sedang	Berkala
5	2019	16.453.391,65	5,36	4,814	7,109	Sedang	Berkala
6	2020	19.776.501,79	5,36	5,026	6,979	Sedang	Berkala
7	2021	23.252.054,18	5,36	5,250	6,843	Sedang	Berkala
8	2022	26.954.619,34	5,36	5,489	6,699	Sedang	Berkala
9	2023	30.412.663,84	5,36	5,729	6,557	Sedang	Berkala
10	2024	34.965.235,64	5,36	6,013	6,391	Sedang	Berkala
11	2025	39.324.931,61	5,36	6,300	6,225	Sedang	Berkala

Prediksi perkembangan nilai IRI Km 49 beban Bina Marga

No.	Tahun	Nilai CESAL BM	SNC	Prediksi IRI	Prediksi Nilai RCI	Kondisi	Penanganan
1	2015	4.897.028,97	4,95	3,972	7,634	Baik	Rutin
2	2016	7.558.460,95	4,95	4,167	7,512	Sedang	Berkala
3	2017	10.372.335,18	4,95	4,374	7,381	Sedang	Berkala
4	2018	13.334.632,92	4,95	4,595	7,244	Sedang	Berkala
5	2019	16.453.391,65	4,95	4,831	7,098	Sedang	Berkala
6	2020	19.776.501,79	4,95	5,083	6,944	Sedang	Berkala
7	2021	23.252.054,18	4,95	5,351	6,782	Sedang	Berkala
8	2022	26.954.619,34	4,95	5,639	6,610	Sedang	Berkala
9	2023	30.412.663,84	4,95	5,926	6,441	Sedang	Berkala
10	2024	34.965.235,64	4,95	6,274	6,240	Sedang	Berkala
11	2025	39.324.931,61	4,95	6,626	6,041	Sedang	Berkala



Prediksi perkembangan nilai IRI Km 50 beban Bina Marga

No.	Tahun	Nilai CESAL BM	SNC	Prediksi IRI	Prediksi Nilai RCI	Kondisi	Penanganan
1	2015	4.897.028,97	5,08	3,954	7,646	Baik	Rutin
2	2016	7.558.460,95	5,08	4,137	7,530	Sedang	Berkala
3	2017	10.372.335,18	5,08	4,333	7,407	Sedang	Berkala
4	2018	13.334.632,92	5,08	4,540	7,278	Sedang	Berkala
5	2019	16.453.391,65	5,08	4,761	7,141	Sedang	Berkala
6	2020	19.776.501,79	5,08	4,998	6,996	Sedang	Berkala
7	2021	23.252.054,18	5,08	5,248	6,844	Sedang	Berkala
8	2022	26.954.619,34	5,08	5,517	6,683	Sedang	Berkala
9	2023	30.412.663,84	5,08	5,785	6,524	Sedang	Berkala
10	2024	34.965.235,64	5,08	6,109	6,335	Sedang	Berkala
11	2025	39.324.931,61	5,08	6,436	6,148	Sedang	Berkala

Prediksi perkembangan nilai IRI Km 51 beban Bina Marga

No.	Tahun	Nilai CESAL BM	SNC	Prediksi IRI	Prediksi Nilai RCI	Kondisi	Penanganan
1	2015	4.897.028,97	5,31	4,085	7,563	Sedang	Berkala
2	2016	7.558.460,95	5,31	4,256	7,455	Sedang	Berkala
3	2017	10.372.335,18	5,31	4,438	7,342	Sedang	Berkala
4	2018	13.334.632,92	5,31	4,630	7,222	Sedang	Berkala
5	2019	16.453.391,65	5,31	4,833	7,097	Sedang	Berkala
6	2020	19.776.501,79	5,31	5,050	6,964	Sedang	Berkala
7	2021	23.252.054,18	5,31	5,279	6,825	Sedang	Berkala
8	2022	26.954.619,34	5,31	5,524	6,679	Sedang	Berkala
9	2023	30.412.663,84	5,31	5,769	6,534	Sedang	Berkala
10	2024	34.965.235,64	5,31	6,059	6,364	Sedang	Berkala
11	2025	39.324.931,61	5,31	6,354	6,194	Sedang	Berkala



Prediksi perkembangan nilai IRI Km 52 beban Bina Marga

No.	Tahun	Nilai CESAL BM	SNC	Prediksi IRI	Prediksi Nilai RCI	Kondisi	Penanganan
1	2015	4.897.028,97	5,05	7,491	5,568	Sedang	Berkala
2	2016	7.558.460,95	5,05	7,759	5,427	Sedang	Berkala
3	2017	10.372.335,18	5,05	8,041	5,281	Rusak Ringan	Peningkatan
4	2018	13.334.632,92	5,05	8,338	5,130	Rusak Ringan	Peningkatan
5	2019	16.453.391,65	5,05	8,650	4,976	Rusak Ringan	Peningkatan
6	2020	19.776.501,79	5,05	8,980	4,816	Rusak Ringan	Peningkatan
7	2021	23.252.054,18	5,05	9,327	4,652	Rusak Ringan	Peningkatan
8	2022	26.954.619,34	5,05	9,694	4,483	Rusak Ringan	Peningkatan
9	2023	30.412.663,84	5,05	10,063	4,319	Rusak Ringan	Peningkatan
10	2024	34.965.235,64	5,05	10,491	4,134	Rusak Ringan	Peningkatan
11	2025	39.324.931,61	5,05	10,924	3,953	Rusak Ringan	Peningkatan

Prediksi perkembangan nilai IRI Km 53 beban Bina Marga

No.	Tahun	Nilai CESAL BM	SNC	Prediksi IRI	Prediksi i Nilai RCI	Kondisi	Penanganan
1	2015	4.897.028,97	5,45	7,828	5,391	Sedang	Berkala
2	2016	7.558.460,95	5,45	8,078	5,262	Rusak Ringan	Peningkatan
3	2017	10.372.335,18	5,45	8,340	5,130	Rusak Ringan	Peningkatan
4	2018	13.334.632,92	5,45	8,613	4,994	Rusak Ringan	Peningkatan
5	2019	16.453.391,65	5,45	8,900	4,855	Rusak Ringan	Peningkatan
6	2020	19.776.501,79	5,45	9,200	4,712	Rusak Ringan	Peningkatan
7	2021	23.252.054,18	5,45	9,514	4,565	Rusak Ringan	Peningkatan
8	2022	26.954.619,34	5,45	9,845	4,416	Rusak Ringan	Peningkatan
9	2023	30.412.663,84	5,45	10,178	4,268	Rusak Ringan	Peningkatan
10	2024	34.965.235,64	5,45	10,555	4,106	Rusak Ringan	Peningkatan
11	2025	39.324.931,61	5,45	10,938	3,947	Rusak Ringan	Peningkatan



Prediksi perkembangan nilai IRI Km 44 beban Rencana

No.	Tahun	Nilai CESAL BM	SNC	Prediksi IRI	Prediksi Nilai RCI	Kondisi	Penanganan
1	2015	5.670.765,58	5,18	6,380	6,179	Sedang	Berkala
2	2016	8.753.635,63	5,18	6,627	6,040	Sedang	Berkala
3	2017	12.013.517,60	5,18	6,887	5,895	Sedang	Berkala
4	2018	15.445.948,99	5,18	7,161	5,745	Sedang	Berkala
5	2019	19.059.854,77	5,18	7,451	5,589	Sedang	Berkala
6	2020	22.911.749,01	5,18	7,758	5,427	Sedang	Berkala
7	2021	26.940.655,16	5,18	8,083	5,260	Rusak Ringan	Peningkatan
8	2022	31.233.825,25	5,18	8,427	5,086	Rusak Ringan	Peningkatan
9	2023	35.264.544,67	5,18	8,774	4,915	Rusak Ringan	Peningkatan
10	2024	40.523.463,68	5,18	9,179	4,722	Rusak Ringan	Peningkatan
11	2025	45.580.621,63	5,18	9,590	4,531	Rusak Ringan	Peningkatan

Prediksi perkembangan nilai IRI Km 45 beban Rencana

No.	Tahun	Nilai CESAL BM	SNC	Prediksi IRI	Prediksi Nilai RCI	Kondisi	Penanganan
1	2015	5.670.765,58	5,47	4,088	7,561	Sedang	Berkala
2	2016	8.753.635,63	5,47	4,261	7,452	Sedang	Berkala
3	2017	12.013.517,60	5,47	4,445	7,337	Sedang	Berkala
4	2018	15.445.948,99	5,47	4,639	7,217	Sedang	Berkala
5	2019	19.059.854,77	5,47	4,844	7,090	Sedang	Berkala
6	2020	22.911.749,01	5,47	5,064	6,956	Sedang	Berkala
7	2021	26.940.655,16	5,47	5,296	6,815	Sedang	Berkala
8	2022	31.233.825,25	5,47	5,544	6,667	Sedang	Berkala
9	2023	35.264.544,67	5,47	5,792	6,520	Sedang	Berkala
10	2024	40.523.463,68	5,47	6,087	6,348	Sedang	Berkala
11	2025	45.580.621,63	5,47	6,385	6,176	Sedang	Berkala



Prediksi perkembangan nilai IRI Km 46 beban Rencana

No.	Tahun	Nilai CESAL BM	SNC	Prediksi IRI	Prediksi Nilai RCI	Kondisi	Penanganan
1	2015	5.670.765,58	5,11	3,975	7,633	Baik	Rutin
2	2016	8.753.635,63	5,11	4,171	7,509	Sedang	Berkala
3	2017	12.013.517,60	5,11	4,380	7,378	Sedang	Berkala
4	2018	15.445.948,99	5,11	4,603	7,239	Sedang	Berkala
5	2019	19.059.854,77	5,11	4,840	7,092	Sedang	Berkala
6	2020	22.911.749,01	5,11	5,095	6,937	Sedang	Berkala
7	2021	26.940.655,16	5,11	5,366	6,773	Sedang	Berkala
8	2022	31.233.825,25	5,11	5,656	6,600	Sedang	Berkala
9	2023	35.264.544,67	5,11	5,947	6,429	Sedang	Berkala
10	2024	40.523.463,68	5,11	6,298	6,226	Sedang	Berkala
11	2025	45.580.621,63	5,11	6,654	6,025	Sedang	Berkala

Prediksi perkembangan nilai IRI Km 47 beban Rencana

No.	Tahun	Nilai CESAL BM	SNC	Prediksi IRI	Prediksi Nilai RCI	Kondisi	Penanganan
1	2015	5.670.765,58	4,87	4,176	7,506	Sedang	Berkala
2	2016	8.753.635,63	4,87	4,400	7,365	Sedang	Berkala
3	2017	12.013.517,60	4,87	4,639	7,216	Sedang	Berkala
4	2018	15.445.948,99	4,87	4,895	7,059	Sedang	Berkala
5	2019	19.059.854,77	4,87	5,168	6,892	Sedang	Berkala
6	2020	22.911.749,01	4,87	5,462	6,716	Sedang	Berkala
7	2021	26.940.655,16	4,87	5,774	6,530	Sedang	Berkala
8	2022	31.233.825,25	4,87	6,111	6,334	Sedang	Berkala
9	2023	35.264.544,67	4,87	6,448	6,141	Sedang	Berkala
10	2024	40.523.463,68	4,87	6,858	5,911	Sedang	Berkala
11	2025	45.580.621,63	4,87	7,273	5,685	Sedang	Berkala



Prediksi perkembangan nilai IRI Km 48 beban Rencana

No.	Tahun	Nilai CESAL BM	SNC	Prediksi IRI	Prediksi Nilai RCI	Kondisi	Penanganan
1	2015	5.670.765,58	5,36	4,101	7,553	Sedang	Berkala
2	2016	8.753.635,63	5,36	4,281	7,440	Sedang	Berkala
3	2017	12.013.517,60	5,36	4,472	7,320	Sedang	Berkala
4	2018	15.445.948,99	5,36	4,675	7,194	Sedang	Berkala
5	2019	19.059.854,77	5,36	4,891	7,061	Sedang	Berkala
6	2020	22.911.749,01	5,36	5,121	6,921	Sedang	Berkala
7	2021	26.940.655,16	5,36	5,364	6,774	Sedang	Berkala
8	2022	31.233.825,25	5,36	5,625	6,619	Sedang	Berkala
9	2023	35.264.544,67	5,36	5,886	6,465	Sedang	Berkala
10	2024	40.523.463,68	5,36	6,197	6,284	Sedang	Berkala
11	2025	45.580.621,63	5,36	6,512	6,105	Sedang	Berkala

Prediksi perkembangan nilai IRI Km 49 beban Rencana

No.	Tahun	Nilai CESAL BM	SNC	Prediksi IRI	Prediksi Nilai RCI	Kondisi	Penanganan
1	2015	5.670.765,58	4,95	4,001	7,616	Sedang	Berkala
2	2016	8.753.635,63	4,95	4,213	7,483	Sedang	Berkala
3	2017	12.013.517,60	4,95	4,439	7,341	Sedang	Berkala
4	2018	15.445.948,99	4,95	4,680	7,191	Sedang	Berkala
5	2019	19.059.854,77	4,95	4,938	7,032	Sedang	Berkala
6	2020	22.911.749,01	4,95	5,215	6,864	Sedang	Berkala
7	2021	26.940.655,16	4,95	5,510	6,687	Sedang	Berkala
8	2022	31.233.825,25	4,95	5,827	6,499	Sedang	Berkala
9	2023	35.264.544,67	4,95	6,145	6,314	Sedang	Berkala
10	2024	40.523.463,68	4,95	6,531	6,094	Sedang	Berkala
11	2025	45.580.621,63	4,95	6,921	5,876	Sedang	Berkala



Prediksi perkembangan nilai IRI Km 50 beban Rencana

No.	Tahun	Nilai CESAL BM	SNC	Prediksi IRI	Prediksi Nilai RCI	Kondisi	Penanganan
1	2015	5.670.765,58	5,08	3,980	7,630	Baik	Rutin
2	2016	8.753.635,63	5,08	4,178	7,504	Sedang	Berkala
3	2017	12.013.517,60	5,08	4,391	7,371	Sedang	Berkala
4	2018	15.445.948,99	5,08	4,617	7,230	Sedang	Berkala
5	2019	19.059.854,77	5,08	4,858	7,082	Sedang	Berkala
6	2020	22.911.749,01	5,08	5,116	6,924	Sedang	Berkala
7	2021	26.940.655,16	5,08	5,391	6,758	Sedang	Berkala
8	2022	31.233.825,25	5,08	5,686	6,582	Sedang	Berkala
9	2023	35.264.544,67	5,08	5,982	6,409	Sedang	Berkala
10	2024	40.523.463,68	5,08	6,339	6,203	Sedang	Berkala
11	2025	45.580.621,63	5,08	6,701	5,999	Sedang	Berkala

Prediksi perkembangan nilai IRI Km 51 beban Rencana

No.	Tahun	Nilai CESAL BM	SNC	Prediksi IRI	Prediksi Nilai RCI	Kondisi	Penanganan
1	2015	5.670.765,58	5,31	4,107	7,549	Sedang	Berkala
2	2016	8.753.635,63	5,31	4,291	7,434	Sedang	Berkala
3	2017	12.013.517,60	5,31	4,486	7,312	Sedang	Berkala
4	2018	15.445.948,99	5,31	4,693	7,183	Sedang	Berkala
5	2019	19.059.854,77	5,31	4,913	7,048	Sedang	Berkala
6	2020	22.911.749,01	5,31	5,149	6,904	Sedang	Berkala
7	2021	26.940.655,16	5,31	5,398	6,754	Sedang	Berkala
8	2022	31.233.825,25	5,31	5,664	6,595	Sedang	Berkala
9	2023	35.264.544,67	5,31	5,932	6,438	Sedang	Berkala
10	2024	40.523.463,68	5,31	6,251	6,253	Sedang	Berkala
11	2025	45.580.621,63	5,31	6,574	6,070	Sedang	Berkala



Prediksi perkembangan nilai IRI Km 52 beban Rencana

No.	Tahun	Nilai CESAL BM	SNC	Prediksi IRI	Prediksi Nilai RCI	Kondisi	Penanganan
1	2015	5.670.765,58	5,05	7,517	5,554	Sedang	Berkala
2	2016	8.753.635,63	5,05	7,801	5,405	Sedang	Berkala
3	2017	12.013.517,60	5,05	8,101	5,250	Rusak Ringan	Peningkatan
4	2018	15.445.948,99	5,05	8,416	5,091	Rusak Ringan	Peningkatan
5	2019	19.059.854,77	5,05	8,749	4,928	Rusak Ringan	Peningkatan
6	2020	22.911.749,01	5,05	9,102	4,758	Rusak Ringan	Peningkatan
7	2021	26.940.655,16	5,05	9,473	4,584	Rusak Ringan	Peningkatan
8	2022	31.233.825,25	5,05	9,868	4,405	Rusak Ringan	Peningkatan
9	2023	35.264.544,67	5,05	10,264	4,231	Rusak Ringan	Peningkatan
10	2024	40.523.463,68	5,05	10,727	4,034	Rusak Ringan	Peningkatan
11	2025	45.580.621,63	5,05	11,196	3,843	Rusak Ringan	Peningkatan

Prediksi perkembangan nilai IRI Km 53 beban Rencana

No.	Tahun	Nilai CESAL BM	SNC	Prediksi IRI	Prediksi Nilai RCI	Kondisi	Penanganan
1	2015	5.670.765,58	5,45	7,847	5,381	Sedang	Berkala
2	2016	8.753.635,63	5,45	8,109	5,246	Rusak Ringan	Peningkatan
3	2017	12.013.517,60	5,45	8,383	5,108	Rusak Ringan	Peningkatan
4	2018	15.445.948,99	5,45	8,670	4,966	Rusak Ringan	Peningkatan
5	2019	19.059.854,77	5,45	8,971	4,820	Rusak Ringan	Peningkatan
6	2020	22.911.749,01	5,45	9,288	4,670	Rusak Ringan	Peningkatan
7	2021	26.940.655,16	5,45	9,620	4,517	Rusak Ringan	Peningkatan
8	2022	31.233.825,25	5,45	9,971	4,360	Rusak Ringan	Peningkatan
9	2023	35.264.544,67	5,45	10,324	4,205	Rusak Ringan	Peningkatan
10	2024	40.523.463,68	5,45	10,726	4,035	Rusak Ringan	Peningkatan
11	2025	45.580.621,63	5,45	11,136	3,867	Rusak Ringan	Peningkatan



Prediksi perkembangan nilai IRI Km 44 beban Aktual

No.	Tahun	Nilai CESAL Aktual	SNC	Prediksi IRI	Prediksi Nilai RCI	Kondisi	Penanganan
1	2015	6.416.873,71	5,18	6,404	6,166	Sedang	Berkala
2	2016	10.009.009,16	5,18	6,667	6,018	Sedang	Berkala
3	2017	13.851.967,03	5,18	6,947	5,862	Sedang	Berkala
4	2018	17.966.649,19	5,18	7,245	5,700	Sedang	Berkala
5	2019	22.400.831,35	5,18	7,565	5,529	Sedang	Berkala
6	2020	27.172.429,39	5,18	7,907	5,350	Sedang	Berkala
7	2021	32.284.429,29	5,18	8,273	5,163	Rusak Ringan	Peningkatan
8	2022	37.808.494,61	5,18	8,667	4,967	Rusak Ringan	Peningkatan
9	2023	43.729.695,43	5,18	9,090	4,764	Rusak Ringan	Peningkatan
10	2024	50.077.891,57	5,18	9,544	4,552	Rusak Ringan	Peningkatan
11	2025	56.933.704,53	5,18	10,034	4,332	Rusak Ringan	Peningkatan

Prediksi perkembangan nilai IRI Km 45 beban Aktual

No.	Tahun	Nilai CESAL Aktual	SNC	Prediksi IRI	Prediksi Nilai RCI	Kondisi	Penanganan
1	2015	6.416.873,71	5,47	4,107	7,550	Sedang	Berkala
2	2016	10.009.009,16	5,47	4,293	7,432	Sedang	Berkala
3	2017	13.851.967,03	5,47	4,492	7,308	Sedang	Berkala
4	2018	17.966.649,19	5,47	4,705	7,175	Sedang	Berkala
5	2019	22.400.831,35	5,47	4,935	7,034	Sedang	Berkala
6	2020	27.172.429,39	5,47	5,182	6,884	Sedang	Berkala
7	2021	32.284.429,29	5,47	5,447	6,724	Sedang	Berkala
8	2022	37.808.494,61	5,47	5,734	6,554	Sedang	Berkala
9	2023	43.729.695,43	5,47	6,043	6,373	Sedang	Berkala
10	2024	50.077.891,57	5,47	6,377	6,181	Sedang	Berkala
11	2025	56.933.704,53	5,47	6,738	5,978	Sedang	Berkala



Prediksi perkembangan nilai IRI Km 46 beban Aktual

No.	Tahun	Nilai CESAL Aktual	SNC	Prediksi IRI	Prediksi Nilai RCI	Kondisi	Penanganan
1	2015	6.416.873,71	5,11	3,999	7,617	Baik	Rutin
2	2016	10.009.009,16	5,11	4,213	7,482	Sedang	Berkala
3	2017	13.851.967,03	5,11	4,444	7,338	Sedang	Berkala
4	2018	17.966.649,19	5,11	4,692	7,184	Sedang	Berkala
5	2019	22.400.831,35	5,11	4,961	7,018	Sedang	Berkala
6	2020	27.172.429,39	5,11	5,252	6,841	Sedang	Berkala
7	2021	32.284.429,29	5,11	5,567	6,653	Sedang	Berkala
8	2022	37.808.494,61	5,11	5,910	6,451	Sedang	Berkala
9	2023	43.729.695,43	5,11	6,282	6,236	Sedang	Berkala
10	2024	50.077.891,57	5,11	6,684	6,008	Sedang	Berkala
11	2025	56.933.704,53	5,11	7,123	5,766	Sedang	Berkala

Prediksi perkembangan nilai IRI Km 47 beban Aktual

No.	Tahun	Nilai CESAL Aktual	SNC	Prediksi IRI	Prediksi Nilai RCI	Kondisi	Penanganan
1	2015	6.416.873,71	4,87	4,206	7,487	Sedang	Berkala
2	2016	10.009.009,16	4,87	4,451	7,333	Sedang	Berkala
3	2017	13.851.967,03	4,87	4,717	7,169	Sedang	Berkala
4	2018	17.966.649,19	4,87	5,003	6,993	Sedang	Berkala
5	2019	22.400.831,35	4,87	5,315	6,804	Sedang	Berkala
6	2020	27.172.429,39	4,87	5,654	6,601	Sedang	Berkala
7	2021	32.284.429,29	4,87	6,021	6,386	Sedang	Berkala
8	2022	37.808.494,61	4,87	6,421	6,156	Sedang	Berkala
9	2023	43.729.695,43	4,87	6,857	5,912	Sedang	Berkala
10	2024	50.077.891,57	4,87	7,330	5,654	Sedang	Berkala
11	2025	56.933.704,53	4,87	7,847	5,381	Sedang	Berkala



Prediksi perkembangan nilai IRI Km 48 beban Aktual

No.	Tahun	Nilai CESAL Aktual	SNC	Prediksi IRI	Prediksi Nilai RCI	Kondisi	Penanganan
1	2015	6.416.873,71	5,36	4,121	7,541	Sedang	Berkala
2	2016	10.009.009,16	5,36	4,316	7,418	Sedang	Berkala
3	2017	13.851.967,03	5,36	4,524	7,288	Sedang	Berkala
4	2018	17.966.649,19	5,36	4,748	7,149	Sedang	Berkala
5	2019	22.400.831,35	5,36	4,989	7,001	Sedang	Berkala
6	2020	27.172.429,39	5,36	5,249	6,843	Sedang	Berkala
7	2021	32.284.429,29	5,36	5,529	6,675	Sedang	Berkala
8	2022	37.808.494,61	5,36	5,832	6,496	Sedang	Berkala
9	2023	43.729.695,43	5,36	6,160	6,306	Sedang	Berkala
10	2024	50.077.891,57	5,36	6,513	6,104	Sedang	Berkala
11	2025	56.933.704,53	5,36	6,896	5,890	Sedang	Berkala

Prediksi perkembangan nilai IRI Km 49 beban Aktual

No.	Tahun	Nilai CESAL Aktual	SNC	Prediksi IRI	Prediksi Nilai RCI	Kondisi	Penanganan
1	2015	6.416.873,71	4,95	4,029	7,598	Sedang	Berkala
2	2016	10.009.009,16	4,95	4,261	7,452	Sedang	Berkala
3	2017	13.851.967,03	4,95	4,511	7,296	Sedang	Berkala
4	2018	17.966.649,19	4,95	4,782	7,128	Sedang	Berkala
5	2019	22.400.831,35	4,95	5,075	6,949	Sedang	Berkala
6	2020	27.172.429,39	4,95	5,394	6,756	Sedang	Berkala
7	2021	32.284.429,29	4,95	5,740	6,550	Sedang	Berkala
8	2022	37.808.494,61	4,95	6,117	6,330	Sedang	Berkala
9	2023	43.729.695,43	4,95	6,527	6,096	Sedang	Berkala
10	2024	50.077.891,57	4,95	6,972	5,849	Sedang	Berkala
11	2025	56.933.704,53	4,95	7,458	5,586	Sedang	Berkala



Prediksi perkembangan nilai IRI Km 50 beban Aktual

No.	Tahun	Nilai CESAL Aktual	SNC	Prediksi IRI	Prediksi Nilai RCI	Kondisi	Penanganan
1	2015	6.416.873,71	5,08	4,005	7,614	Sedang	Berkala
2	2016	10.009.009,16	5,08	4,222	7,477	Sedang	Berkala
3	2017	13.851.967,03	5,08	4,455	7,331	Sedang	Berkala
4	2018	17.966.649,19	5,08	4,708	7,174	Sedang	Berkala
5	2019	22.400.831,35	5,08	4,981	7,006	Sedang	Berkala
6	2020	27.172.429,39	5,08	5,277	6,826	Sedang	Berkala
7	2021	32.284.429,29	5,08	5,598	6,635	Sedang	Berkala
8	2022	37.808.494,61	5,08	5,946	6,429	Sedang	Berkala
9	2023	43.729.695,43	5,08	6,325	6,211	Sedang	Berkala
10	2024	50.077.891,57	5,08	6,735	5,980	Sedang	Berkala
11	2025	56.933.704,53	5,08	7,182	5,734	Sedang	Berkala

Prediksi perkembangan nilai IRI Km 51 beban Aktual

No.	Tahun	Nilai CESAL Aktual	SNC	Prediksi IRI	Prediksi Nilai RCI	Kondisi	Penanganan
1	2015	6.416.873,71	5,31	4,128	7,536	Sedang	Berkala
2	2016	10.009.009,16	5,31	4,327	7,411	Sedang	Berkala
3	2017	13.851.967,03	5,31	4,540	7,278	Sedang	Berkala
4	2018	17.966.649,19	5,31	4,769	7,136	Sedang	Berkala
5	2019	22.400.831,35	5,31	5,016	6,985	Sedang	Berkala
6	2020	27.172.429,39	5,31	5,282	6,823	Sedang	Berkala
7	2021	32.284.429,29	5,31	5,569	6,651	Sedang	Berkala
8	2022	37.808.494,61	5,31	5,880	6,468	Sedang	Berkala
9	2023	43.729.695,43	5,31	6,216	6,273	Sedang	Berkala
10	2024	50.077.891,57	5,31	6,580	6,067	Sedang	Berkala
11	2025	56.933.704,53	5,31	6,974	5,847	Sedang	Berkala



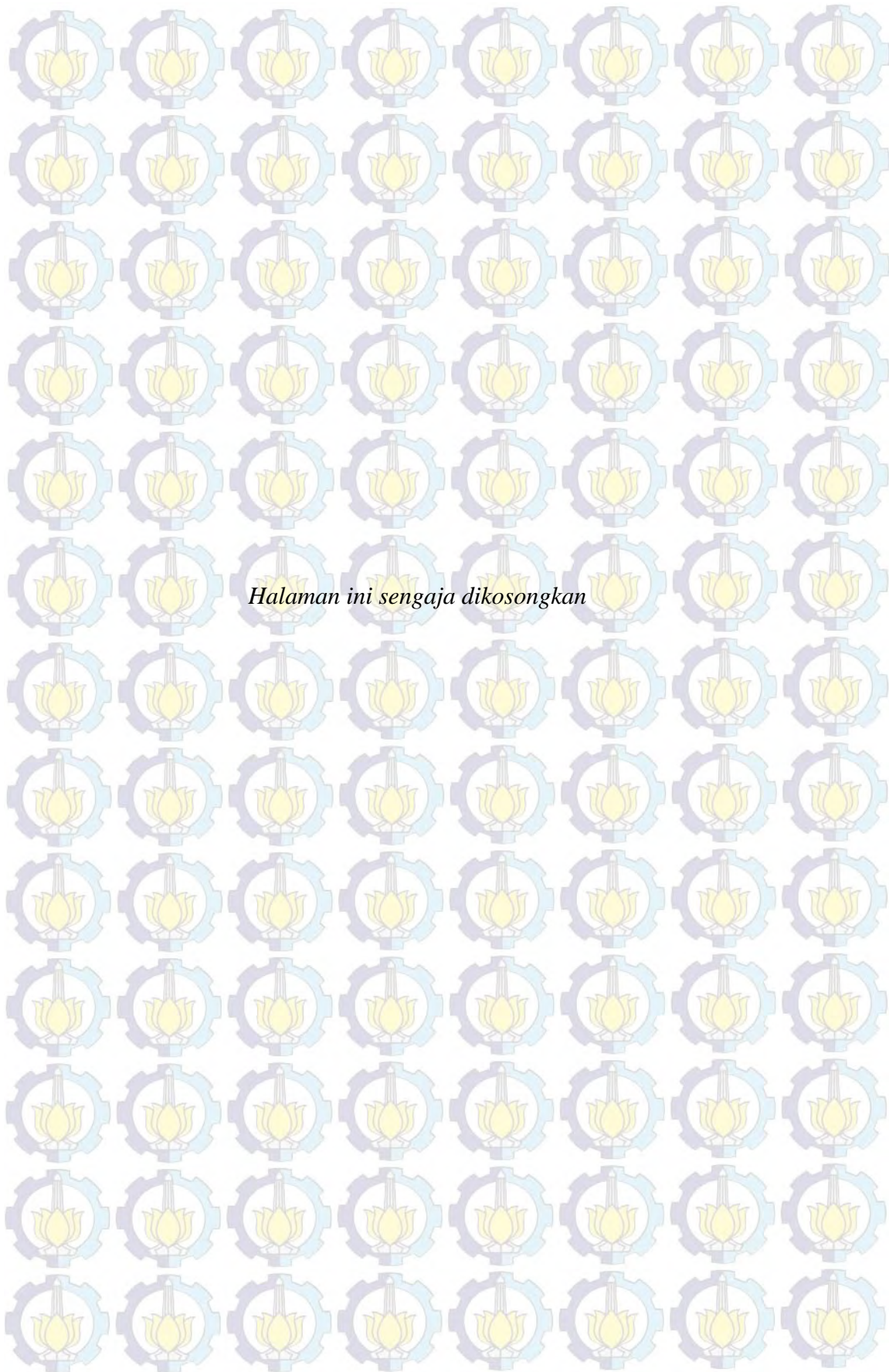
Prediksi perkembangan nilai IRI Km 52 beban Aktual

No.	Tahun	Nilai CESAL Aktual	SNC	Prediksi IRI	Prediksi Nilai RCI	Kondisi	Penanganan
1	2015	6.416.873,71	5,05	7,543	5,540	Sedang	Berkala
2	2016	10.009.009,16	5,05	7,846	5,382	Sedang	Berkala
3	2017	13.851.967,03	5,05	8,167	5,217	Rusak Ringan	Peningkatan
4	2018	17.966.649,19	5,05	8,509	5,045	Rusak Ringan	Peningkatan
5	2019	22.400.831,35	5,05	8,875	4,866	Rusak Ringan	Peningkatan
6	2020	27.172.429,39	5,05	9,267	4,680	Rusak Ringan	Peningkatan
7	2021	32.284.429,29	5,05	9,685	4,488	Rusak Ringan	Peningkatan
8	2022	37.808.494,61	5,05	10,134	4,287	Rusak Ringan	Peningkatan
9	2023	43.729.695,43	5,05	10,616	4,081	Rusak Ringan	Peningkatan
10	2024	50.077.891,57	5,05	11,132	3,868	Rusak Ringan	Peningkatan
11	2025	56.933.704,53	5,05	11,689	3,649	Rusak Ringan	Peningkatan

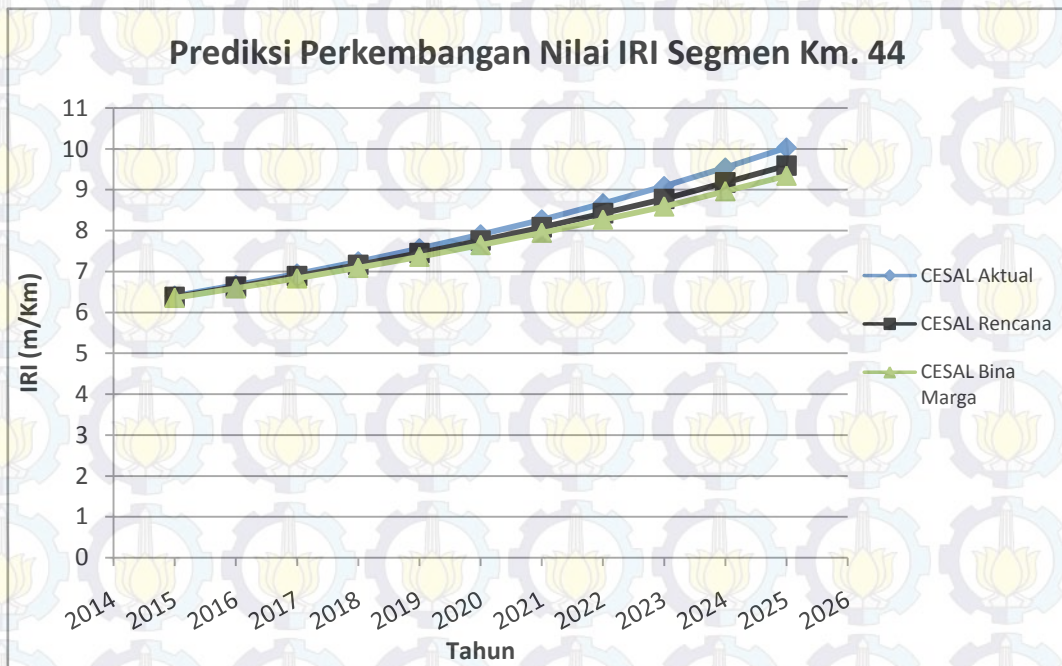
Prediksi perkembangan nilai IRI Km 53 beban Aktual

No.	Tahun	Nilai CESAL Aktual	SNC	Prediksi IRI	Prediksi Nilai RCI	Kondisi	Penanganan
1	2015	6.416.873,71	5,45	7,866	5,371	Sedang	Berkala
2	2016	10.009.009,16	5,45	8,141	5,230	Rusak Ringan	Peningkatan
3	2017	13.851.967,03	5,45	8,431	5,084	Rusak Ringan	Peningkatan
4	2018	17.966.649,19	5,45	8,738	4,933	Rusak Ringan	Peningkatan
5	2019	22.400.831,35	5,45	9,063	4,776	Rusak Ringan	Peningkatan
6	2020	27.172.429,39	5,45	9,408	4,614	Rusak Ringan	Peningkatan
7	2021	32.284.429,29	5,45	9,774	4,447	Rusak Ringan	Peningkatan
8	2022	37.808.494,61	5,45	10,164	4,274	Rusak Ringan	Peningkatan
9	2023	43.729.695,43	5,45	10,579	4,096	Rusak Ringan	Peningkatan
10	2024	50.077.891,57	5,45	11,021	3,913	Rusak Ringan	Peningkatan
11	2025	56.933.704,53	5,45	11,494	3,725	Rusak Ringan	Peningkatan

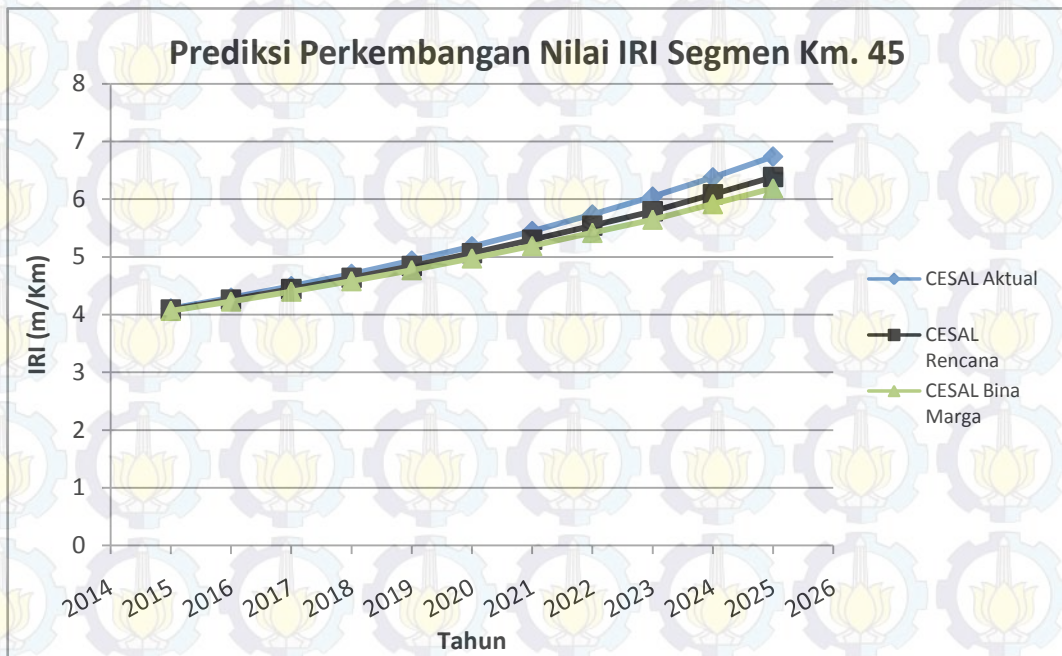






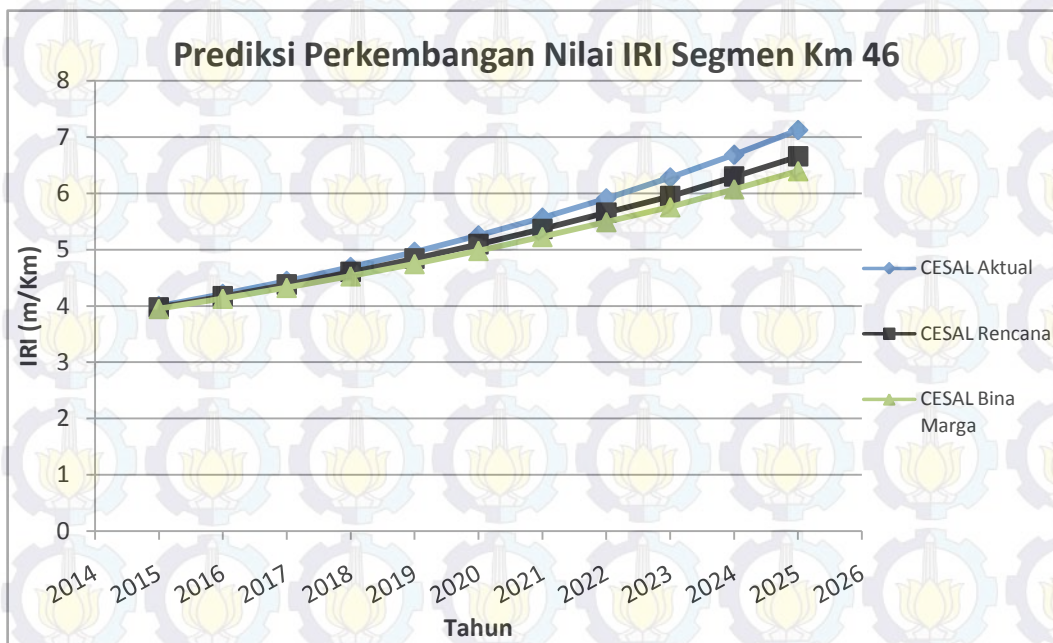


Gambar 1. Prediksi perkembangan nilai IRI pada segmen Km 44

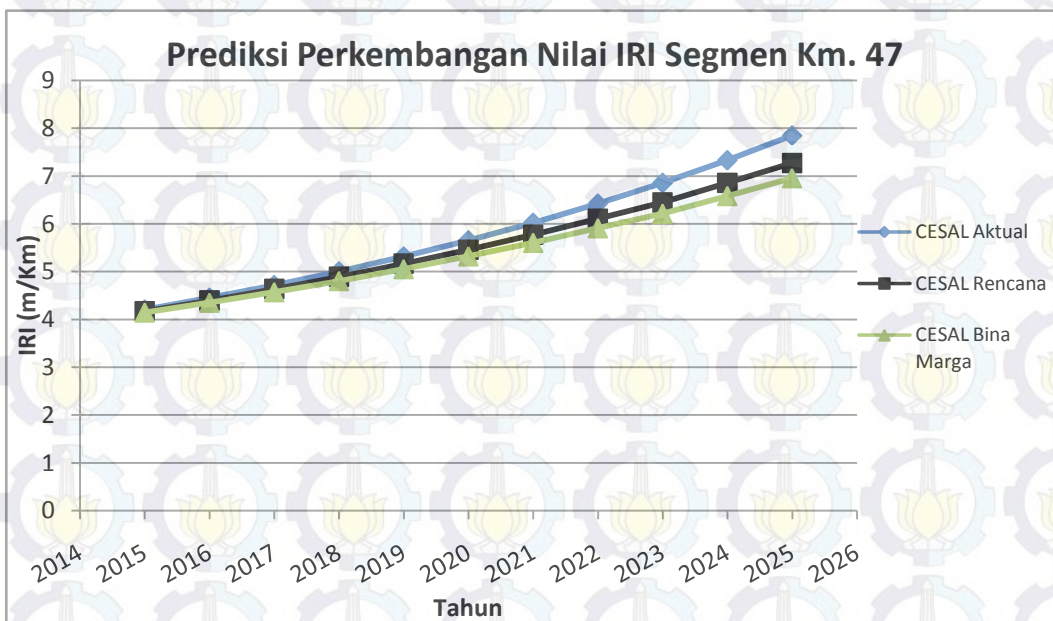


Gambar 2. Prediksi perkembangan nilai IRI pada segmen Km 45





Gambar 3. Prediksi perkembangan nilai IRI pada segmen Km 46

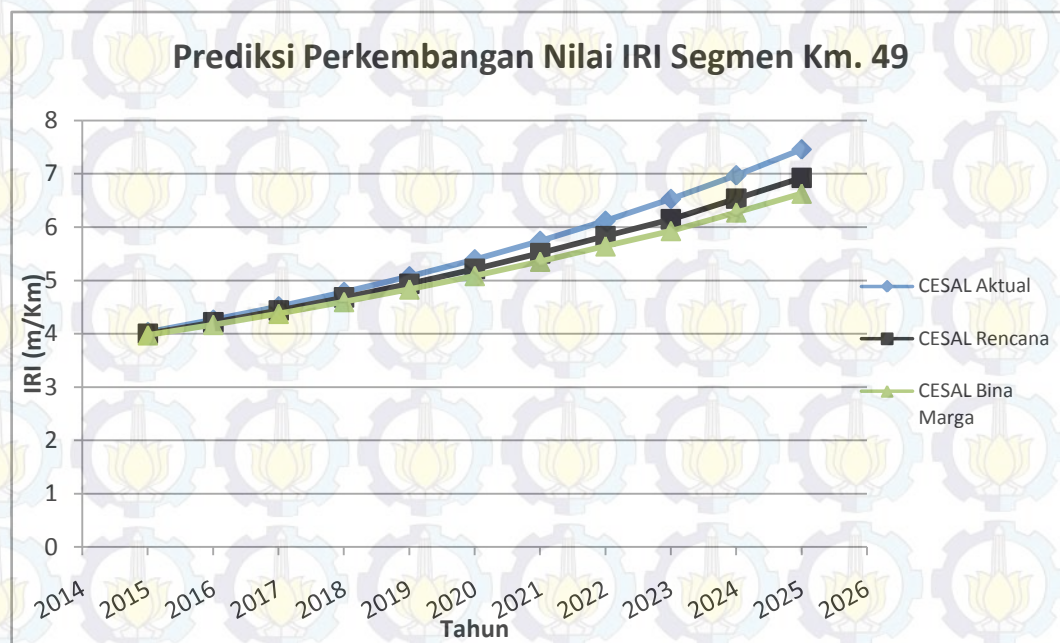


Gambar 4. Prediksi perkembangan nilai IRI pada segmen Km 47



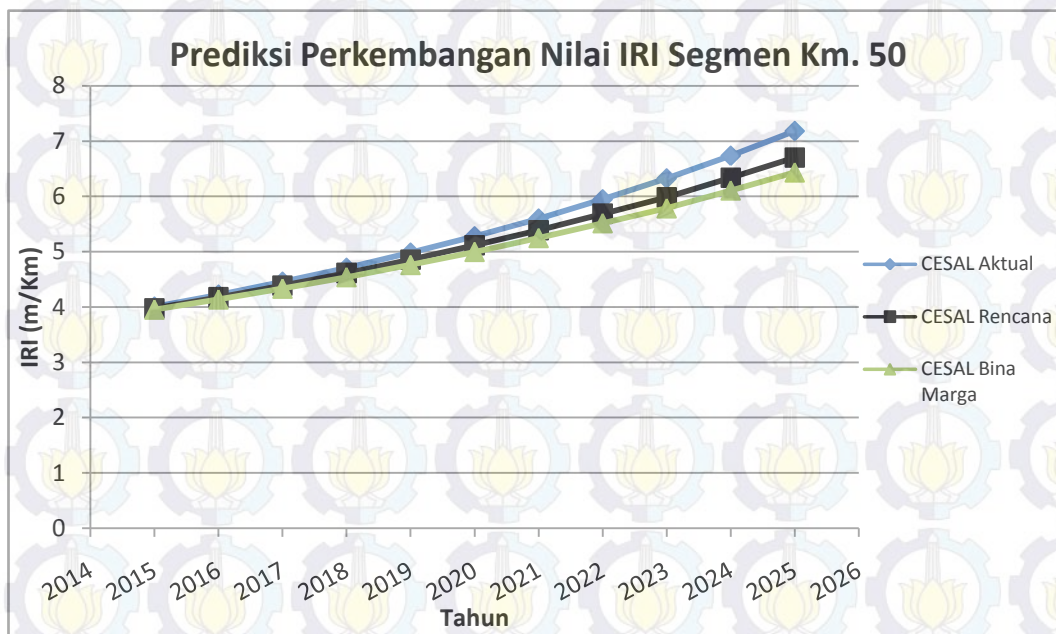


Gambar 5. Prediksi perkembangan nilai IRI pada segmen Km 48

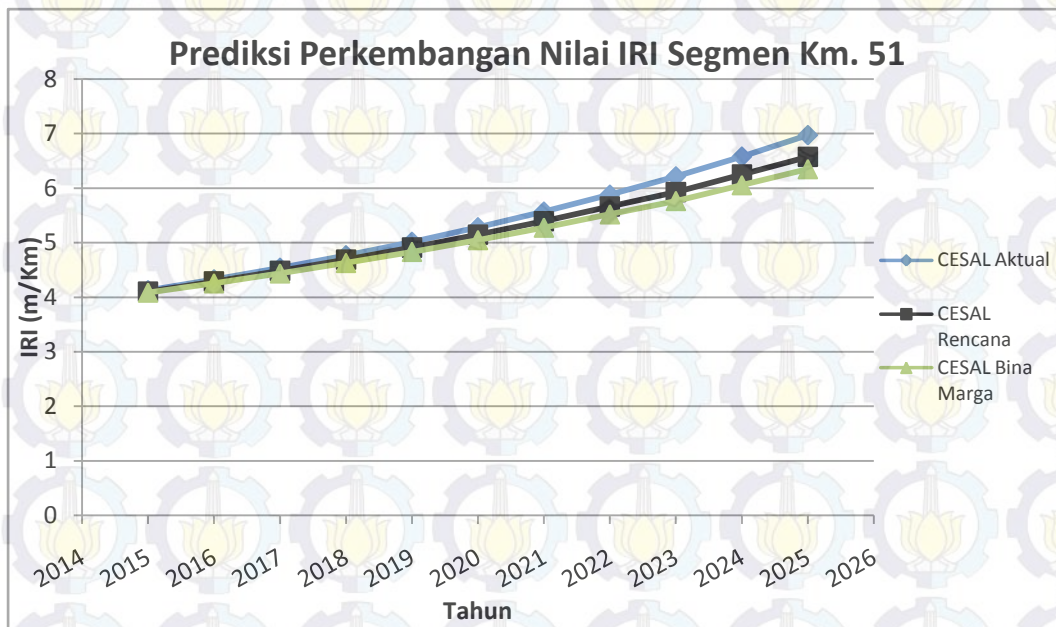


Gambar 6. Prediksi perkembangan nilai IRI pada segmen Km 49



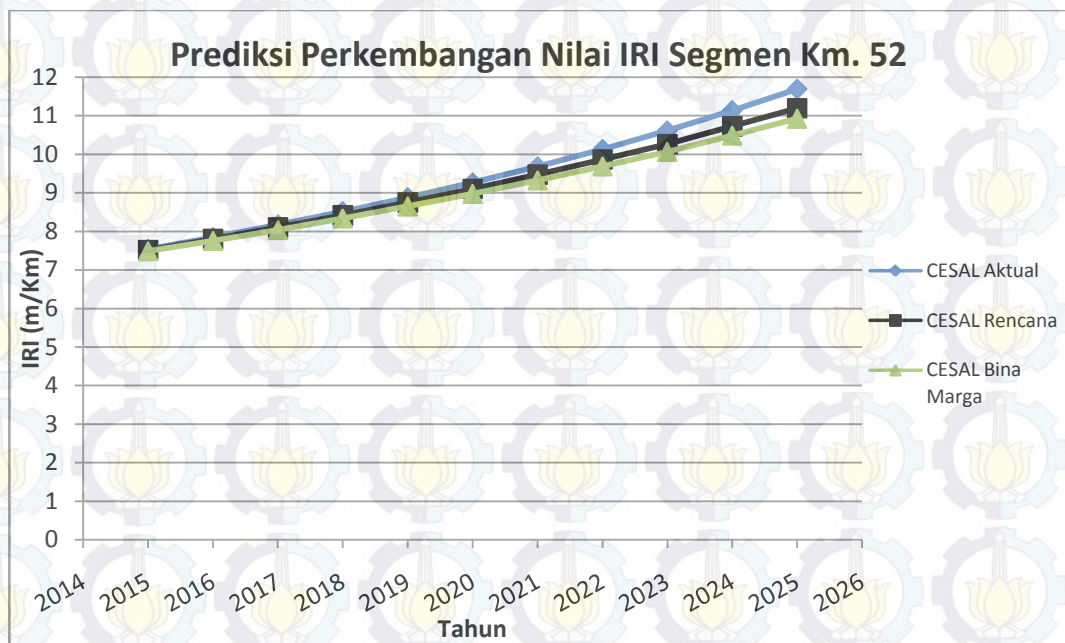


Gambar 7. Prediksi perkembangan nilai IRI pada segmen Km 50



Gambar 8. Prediksi perkembangan nilai IRI pada segmen Km 51



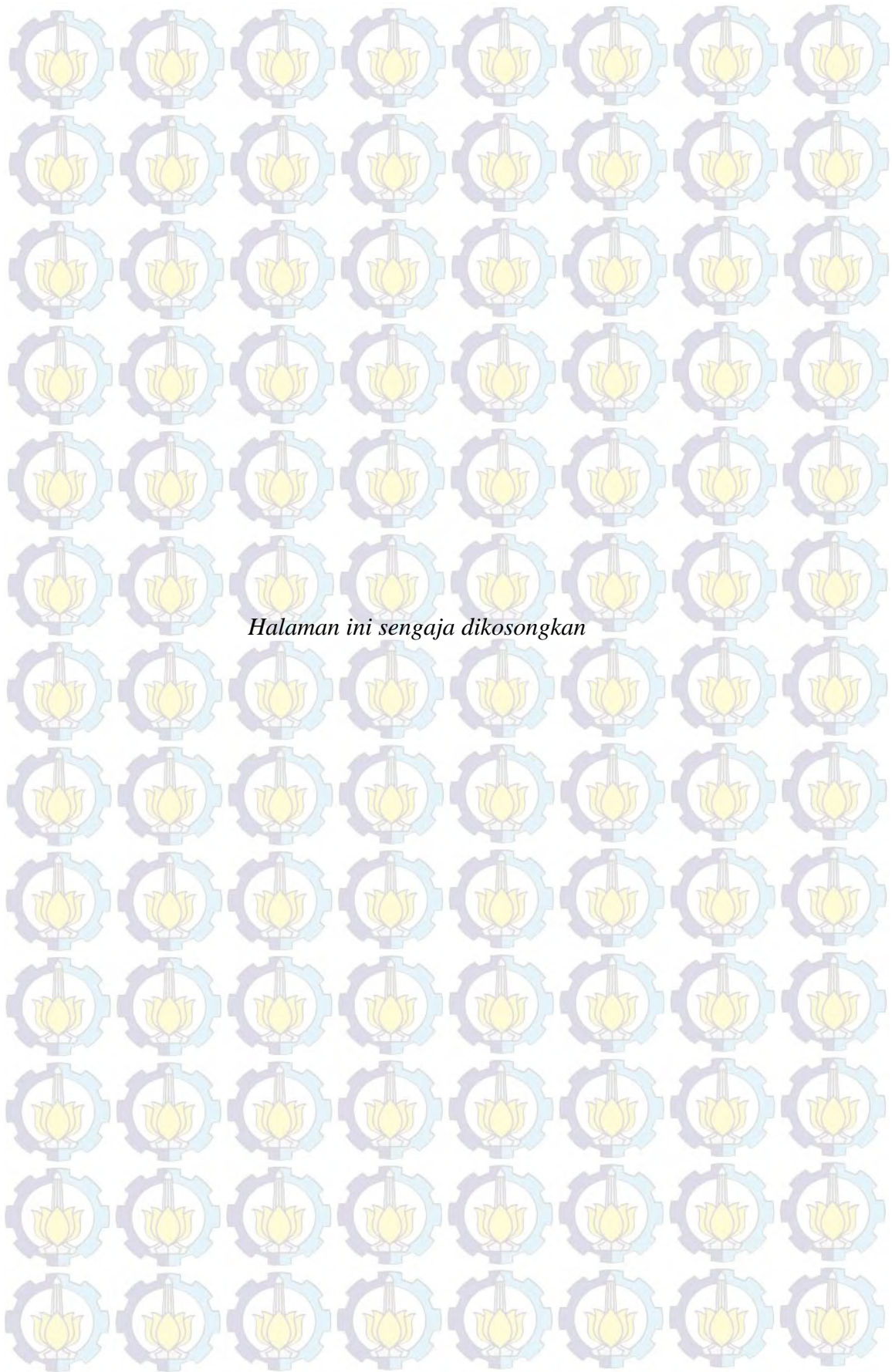


Gambar 9. Prediksi perkembangan nilai IRI pada segmen Km 52



Gambar 10. Prediksi perkembangan nilai IRI pada segmen Km 53



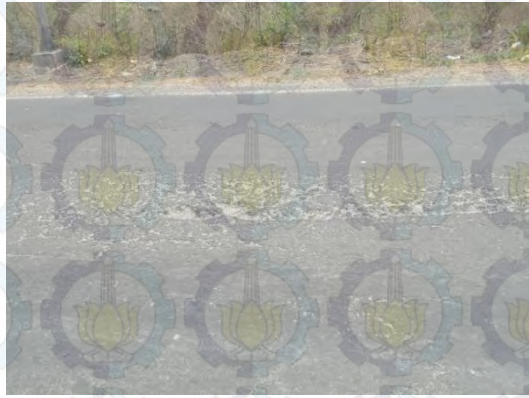




**LAMPIRAN 4**  
**DOKUMENTASI SURVEI KERUSAKAN JALAN**









# LAMPIRAN 5

## Penentuan Kondisi Jalan Dengan Metode RCI Pada Km 44

Jenis dan luas kerusakan

No.	Jenis Kerusakan	Kode Kerusakan	Luas (m <sup>2</sup> )	Metode Penanganan	Kode Penanganan
1	Perkerasan Jalan				
a	Lubang	111	-	Perataan dan penambalan lubang	P6 dan P5
b	Keriting	112	-	Perataan dan penambalan lubang	P5 dan P6
c	Alur	113	113,57	Perataan dengan lapis penetrasi	P6
d	Ambles	114	25,84	Perataan dan penambalan lubang	P5 dan P6
e	Retak Buaya	117	113,03	Pelaburan aspal setempat dan patching	P2 dan P5
f	Retak Garis	118	31,28	Pelaburan aspal setempat dan pengisian retak	P2 dan P4
2	Bahu Jalan				
a	Bahu tidak rata	232,26	72,76	Perataan dan pelandaian bahu	U2
b	Rumput panjang	253	85	Pemotongan rumput	U3

Kondisi jalan berdasarkan RDS 70

No.	Jenis Kerusakan	Satuan	Luas	Kondisi Berdasarkan RDS70	Keterangan
1	Lubang/potholes				
a	Dangkal < 10 cm	m <sup>2</sup>	-	-	
b	Dalam >10 cm	m <sup>2</sup>	-	-	
2	Penurunan/ambles				
a	Dangkal < 5 cm	m <sup>2</sup>	-	-	
b	Dangkal > 5 cm	m <sup>2</sup>	25,84	< 40	Sedang
3	Keriting/corrugation	m <sup>2</sup>	-	-	-
4	Alur/rutting	m <sup>2</sup>	113,57	> 100 (100 - 200)	Sedang
5	Retak buaya	m <sup>2</sup>	113,03	> 100 (100 - 500)	Sedang
6	Retak garis	m <sup>2</sup>	31,28	< 100 (100 - 500)	Baik
7	Bahu jalan	m <sup>2</sup>	72,76	Kemiringan kurang dan tidak rata	Sedang
Rata-rata kondisi jalan					Sedang
Jenis penanganan					Berkala



## Penentuan Kondisi Jalan Dengan Metode RCI Pada Km 45

Jenis dan luas kerusakan

No.	Jenis Kerusakan	Kode Kerusakan	Luas (m <sup>2</sup> )	Metode Penanganan	Kode Penanganan
1	Perkerasan Jalan				
a	Lubang	111	0,35	Perataan dan penambalan lubang	P6 dan P5
b	Keriting	112	66,5	Perataan dan penambalan lubang	P5 dan P6
c	Alur	113	63,2	Perataan dengan lapis penetrasi	P6
d	Retak Buaya	117	72,26	Pelaburan aspal setempat dan patching	P2 dan P5
e	Retak Garis	118	39,23	Pelaburan aspal setempat dan pengisian retak	P2 dan P4
2	Bahu Jalan				
a	Bahu tidak rata	232,26	49	Perataan dan pelandaian bahu	U2
b	Rumput panjang	253	80	Pemotongan rumput	U3

Kondisi jalan berdasarkan RDS 70

No.	Jenis Kerusakan	Satuan	Luas	Kondisi Berdasarkan RDS70	Keterangan
1	Lubang/potholes				
a	Dangkal < 10 cm	m <sup>2</sup>	0,35	< 40	Baik
b	Dalam >10 cm	m <sup>2</sup>	-	-	
2	Penurunan/ambles				
a	Dangkal < 5 cm	m <sup>2</sup>	-	-	
b	Dangkal > 5 cm	m <sup>2</sup>	-	-	
3	Keriting/corrugation	m <sup>2</sup>	66,5	< 100	Baik
4	Alur/rutting	m <sup>2</sup>	63,2	< 100	Baik
5	Retak buaya	m <sup>2</sup>	72,26	< 100	Baik
6	Retak garis	m <sup>2</sup>	39,23	< 100	Baik
7	Bahu jalan	m <sup>2</sup>	49	Kemiringan kurang dan tidak rata	Sedang
Rata-rata kondisi jalan					Baik
Jenis penanganan					Rutin



## Penentuan Kondisi Jalan Dengan Metode RCI Pada Km 46

Jenis dan luas kerusakan

No.	Jenis Kerusakan	Kode Kerusakan	Luas (m <sup>2</sup> )	Metode Penanganan	Kode Penanganan
1	Perkerasan Jalan				
a	Lubang	111	-	Perataan dan penambalan lubang	P6 dan P5
b	Keriting	112	40,15	Perataan dan penambalan lubang	P5 dan P6
c	Alur	113	39,77	Perataan dengan lapis penetrasi	P6
d	Retak Buaya	117	45,37	Pelaburan aspal setempat dan patching	P2 dan P5
e	Retak Garis	118	55,16	Pelaburan aspal setempat dan pengisian retak	P2 dan P4
2	Bahu Jalan				
a	Bahu tidak rata	232,26	40,85	Perataan dan pelandaian bahu	U2
b	Rumput panjang	253	70	Pemotongan rumput	U3

Kondisi jalan berdasarkan RDS 70

No.	Jenis Kerusakan	Satuan	Luas	Kondisi Berdasarkan RDS70	Keterangan
1	Lubang/potholes				
a	Dangkal < 10 cm	m <sup>2</sup>	-	-	-
b	Dalam >10 cm	m <sup>2</sup>	-	-	-
2	Penurunan/ambles				
a	Dangkal < 5 cm	m <sup>2</sup>	-	-	-
b	Dangkal > 5 cm	m <sup>2</sup>	-	-	-
3	Keriting/corrugation	m <sup>2</sup>	40,15	< 100	Baik
4	Alur/rutting	m <sup>2</sup>	39,77	< 100	Baik
5	Retak buaya	m <sup>2</sup>	45,37	< 100	Baik
6	Retak garis	m <sup>2</sup>	55,16	< 100	Baik
7	Bahu jalan	m <sup>2</sup>	40,85	Kemiringan kurang dan tidak rata	Sedang
Rata-rata kondisi jalan					Baik
Jenis penanganan					Rutin



## Penentuan Kondisi Jalan Dengan Metode RCI Pada Km 47

Jenis dan luas kerusakan

No.	Jenis Kerusakan	Kode Kerusakan	Luas (m <sup>2</sup> )	Metode Penanganan	Kode Penanganan
1	Perkerasan Jalan				
	a Lubang	111	0,22	Perataan dan penambalan lubang	P6 dan P5
	b Keriting	112	61,61	Perataan dan penambalan lubang	P5 dan P6
	c Alur	113	47,15	Perataan dengan lapis penetrasi	P6
	d Retak Buaya	117	65,63	Pelaburan aspal setempat dan patching	P2 dan P5
	e Retak Garis	118	40,09	Pelaburan aspal setempat dan pengisian retak	P2 dan P4
2	Bahu Jalan				
	a Bahu tidak rata	232,260	65,52	Perataan dan pelandaian bahu	U2
	b Rumput panjang	253	50	Pemotongan rumput	U3

Kondisi jalan berdasarkan RDS 70

No.	Jenis Kerusakan	Satuan	Luas	Kondisi Berdasarkan RDS70	Keterangan
1	Lubang/potholes				
	a Dangkal < 10 cm	m <sup>2</sup>	0,22	< 40	Baik
	b Dalam >10 cm	m <sup>2</sup>	-	-	
2	Penurunan/ambles				
	a Dangkal < 5 cm	m <sup>2</sup>	-	-	-
	b Dangkal > 5 cm	m <sup>2</sup>	-	-	
3	Keriting/corrugation	m <sup>2</sup>	61,61	< 100	Baik
4	Alur/rutting	m <sup>2</sup>	47,15	< 100	Baik
5	Retak buaya	m <sup>2</sup>	65,63	< 100	Baik
6	Retak garis	m <sup>2</sup>	40,09	< 100	Baik
7	Bahu jalan	m <sup>2</sup>	65,52	Kemiringan kurang dan tidak rata	Sedang
Rata-rata kondisi jalan					Baik
Jenis penanganan					Rutin



## Penentuan Kondisi Jalan Dengan Metode RCI Pada Km 48

Jenis dan luas kerusakan

No.	Jenis Kerusakan	Kode Kerusakan	Luas (m <sup>2</sup> )	Metode Penanganan	Kode Penanganan
1	Perkerasan Jalan				
a	Lubang	111	0,4	Perataan dan penambalan lubang	P6 dan P5
b	Keriting	112	40,18	Perataan dan penambalan lubang	P5 dan P6
c	Alur	113	38,99	Perataan dengan lapis penetrasi	P6
d	Retak Buaya	117	51,28	Pelaburan aspal setempat dan patching	P2 dan P5
e	Retak Garis	118	39,5	Pelaburan aspal setempat dan pengisian retak	P2 dan P4
2	Bahu Jalan				
a	Bahu tidak rata	232,260	60,79	Perataan dan pelandaian bahu	U2
b	Rumput panjang	253	45	Pemotongan rumput	U3

Kondisi jalan berdasarkan RDS 70

No.	Jenis Kerusakan	Satuan	Luas	Kondisi Berdasarkan RDS70	Keterangan
1	Lubang/potholes				
a	Dangkal < 10 cm	m <sup>2</sup>	0,4	< 40	Baik
b	Dalam >10 cm	m <sup>2</sup>	-	-	
2	Penurunan/ambles				
a	Dangkal < 5 cm	m <sup>2</sup>	-	-	-
b	Dangkal > 5 cm	m <sup>2</sup>	-	-	-
3	Keriting/corrugation	m <sup>2</sup>	40,18	< 100	Baik
4	Alur/rutting	m <sup>2</sup>	38,99	< 100	Baik
5	Retak buaya	m <sup>2</sup>	51,28	< 100	Baik
6	Retak garis	m <sup>2</sup>	39,5	< 100	Baik
7	Bahu jalan	m <sup>2</sup>	60,79	Kemiringan kurang dan tidak rata	Sedang
Rata-rata kondisi jalan					Baik
Jenis penanganan					Rutin



## Penentuan Kondisi Jalan Dengan Metode RCI Pada Km 49

Jenis dan luas kerusakan

No.	Jenis Kerusakan	Kode Kerusakan	Luas (m <sup>2</sup> )	Metode Penanganan	Kode Penanganan
1	Perkerasan Jalan				
a	Lubang	111	0,34	Perataan dan penambalan lubang	P6 dan P5
b	Keriting	112	30,32	Perataan dan penambalan lubang	P5 dan P6
c	Alur	113	47,12	Perataan dengan lapis penetrasi	P6
d	Retak Buaya	117	30,24	Pelaburan aspal setempat dan patching	P2 dan P5
e	Retak Garis	118	40,68	Pelaburan aspal setempat dan pengisian retak	P2 dan P4
2	Bahu Jalan				
a	Bahu tidak rata	232,260	58,46	Perataan dan pelandaian bahu	U2
b	Rumput panjang	253	35	Pemotongan rumput	U3

Kondisi jalan berdasarkan RDS 70

No.	Jenis Kerusakan	Satuan	Luas	Kondisi Berdasarkan RDS70	Keterangan
1	Lubang/potholes				
a	Dangkal < 10 cm	m <sup>2</sup>	0,34	< 40	Baik
b	Dalam >10 cm	m <sup>2</sup>	-	-	-
2	Penurunan/ambles				
a	Dangkal < 5 cm	m <sup>2</sup>	-	-	-
b	Dangkal > 5 cm	m <sup>2</sup>	-	-	-
3	Keriting/corrugation	m <sup>2</sup>	30,32	< 100	Baik
4	Alur/rutting	m <sup>2</sup>	47,12	< 100	Baik
5	Retak buaya	m <sup>2</sup>	30,24	< 100	Baik
6	Retak garis	m <sup>2</sup>	40,68	< 100	Baik
7	Bahu jalan	m <sup>2</sup>	58,46	Kemiringan kurang dan tidak rata	Sedang
Rata-rata kondisi jalan					Baik
Jenis penanganan					Rutin



## Penentuan Kondisi Jalan Dengan Metode RCI Pada Km 50

Jenis dan luas kerusakan

No.	Jenis Kerusakan	Kode Kerusakan	Luas (m <sup>2</sup> )	Metode Penanganan	Kode Penanganan
1	Perkerasan Jalan				
	a Lubang	111	0,46	Perataan dan penambalan lubang	P6 dan P5
	b Keriting	112	33,56	Perataan dan penambalan lubang	P5 dan P6
	c Alur	113	21,36	Perataan dengan lapis penetrasi	P6
	d Retak Buaya	117	30,85	Pelaburan aspal setempat dan patching	P2 dan P5
	e Retak Garis	118	22,71	Pelaburan aspal setempat dan pengisian retak	P2 dan P4
2	Bahu Jalan				
	a Bahu tidak rata	232,260	34,16	Perataan dan pelandaian bahu	U2
	b Rumput panjang	253	55	Pemotongan rumput	U3

## Kondisi jalan berdasarkan RDS 70

No.	Jenis Kerusakan	Satuan	Luas	Kondisi Berdasarkan RDS70	Keterangan
1	Lubang/potholes				
	a Dangkal < 10 cm	m <sup>2</sup>	0,46	< 40	Baik
	b Dalam >10 cm	m <sup>2</sup>	-	-	
2	Penurunan/ambles				
	a Dangkal < 5 cm	m <sup>2</sup>	-	-	-
	b Dangkal > 5 cm	m <sup>2</sup>	-	-	-
3	Keriting/corrugation	m <sup>2</sup>	33,56	< 100	Baik
4	Alur/rutting	m <sup>2</sup>	21,36	< 100	Baik
5	Retak buaya	m <sup>2</sup>	30,85	< 100	Baik
6	Retak garis	m <sup>2</sup>	22,71	< 100	Baik
7	Bahu jalan	m <sup>2</sup>	34,16	Kemiringan kurang dan tidak rata	Sedang
Rata-rata kondisi jalan					Baik
Jenis penanganan					Rutin



## Penentuan Kondisi Jalan Dengan Metode RCI Pada Km 51

Jenis dan luas kerusakan

No.	Jenis Kerusakan	Kode Kerusakan	Luas (m <sup>2</sup> )	Metode Penanganan	Kode Penanganan
1	Perkerasan Jalan				
a	Lubang	111	0,46	Perataan dan penambalan lubang	P6 dan P5
b	Keriting	112	33,15	Perataan dan penambalan lubang	P5 dan P6
c	Alur	113	27,93	Perataan dengan lapis penetrasi	P6
d	Ambles	114	26,2	Perataan dan penambalan lubang	P5 dan P6
e	Retak Buaya	117	33,18	Pelaburan aspal setempat dan patching	P2 dan P5
f	Retak Garis	118	21,73	Pelaburan aspal setempat dan pengisian retak	P2 dan P4
2	Bahu Jalan				
a	Bahu tidak rata	232,260	7	Perataan dan pelandaian bahu	U2
b	Rumput panjang	253	20	Pemotongan rumput	U3

Kondisi jalan berdasarkan RDS 70

No.	Jenis Kerusakan	Satuan	Luas	Kondisi Berdasarkan RDS70	Keterangan
1	Lubang/potholes				
a	Dangkal < 10 cm	m <sup>2</sup>	0,46	< 40	Baik
b	Dalam > 10 cm	m <sup>2</sup>	-	-	
2	Penurunan/ambles				
a	Dangkal < 5 cm	m <sup>2</sup>	26,2	-	-
b	Dalam > 5 cm	m <sup>2</sup>	-	-	-
3	Keriting/corrugation	m <sup>2</sup>	33,15	< 100	Baik
4	Alur/rutting	m <sup>2</sup>	27,93	< 100	Baik
5	Retak buaya	m <sup>2</sup>	33,18	< 100	Baik
6	Retak garis	m <sup>2</sup>	21,73	< 100	Baik
7	Bahu jalan	m <sup>2</sup>	7	Kemiringan kurang dan tidak rata	Sedang
Rata-rata kondisi jalan					Baik
Jenis penanganan					Rutin



## Penentuan Kondisi Jalan Dengan Metode RCI Pada Km 52

Jenis dan luas kerusakan

No.	Jenis Kerusakan	Kode Kerusakan	Luas (m <sup>2</sup> )	Metode Penanganan	Kode Penanganan
1	Perkerasan Jalan				
a	Lubang	111	0,7	Perataan dan penambalan lubang	P6 dan P5
b	Keriting	112	101,12	Perataan dan penambalan lubang	P5 dan P6
c	Alur	113	13,68	Perataan dengan lapis penetrasi	P6
d	Ambles	114	238,52	Perataan dan penambalan lubang	P5 dan P6
e	Retak Buaya	117	108,97	Pelaburan aspal setempat dan patching	P2 dan P5
f	Retak Garis	118	59,01	Pelaburan aspal setempat dan pengisian retak	P2 dan P4
2	Bahu Jalan				
a	Bahu tidak rata	232,260	34,16	Perataan dan pelandaian bahu	U2
b	Rumput panjang	253	40	Pemotongan rumput	U3

Kondisi jalan berdasarkan RDS 70

No.	Jenis Kerusakan	Satuan	Luas	Kondisi Berdasarkan RDS70	Keterangan
1	Lubang/potholes				
a	Dangkal < 10 cm	m <sup>2</sup>	0,7	< 40	Baik
b	Dalam >10 cm	m <sup>2</sup>	-	-	
2	Penurunan/ambles				
a	Dangkal < 5 cm	m <sup>2</sup>	238,52	> 200	Rusak ringan
b	Dalam > 5 cm	m <sup>2</sup>	-	-	-
3	Keriting/corrugation	m <sup>2</sup>	101,12	> 100	Sedang
4	Alur/rutting	m <sup>2</sup>	13,68	< 100	Baik
5	Retak buaya	m <sup>2</sup>	108,97	> 100	Sedang
6	Retak garis	m <sup>2</sup>	59,01	< 100	Baik
7	Bahu jalan	m <sup>2</sup>	34,16	Kemiringan kurang dan tidak rata	Sedang
Rata-rata kondisi jalan					Sedang
Jenis penanganan					Sedang



## Penentuan Kondisi Jalan Dengan Metode RCI Pada Km 53

Jenis dan luas kerusakan

No.	Jenis Kerusakan	Kode Kerusakan	Luas (m <sup>2</sup> )	Metode Penanganan	Kode Penanganan
1	Perkerasan Jalan				
a	Lubang	111	0,96	Perataan dan penambalan lubang	P6 dan P5
b	Keriting	112	11,24	Perataan dan penambalan lubang	P5 dan P6
c	Alur	113	102,53	Perataan dengan lapis penetrasi	P6
d	Ambles	114	263,06	Perataan dan penambalan lubang	P5 dan P6
e	Retak Buaya	117	112,14	Pelaburan aspal setempat dan patching	P2 dan P5
f	Retak Garis	118	106,24	Pelaburan aspal setempat dan pengisian retak	P2 dan P4
2	Bahu Jalan				
a	Bahu tidak rata	232,260	42,36	Perataan dan pelandaian bahu	U2
b	Rumput panjang	253	28	Pemotongan rumput	U3

Kondisi jalan berdasarkan RDS 70

No.	Jenis Kerusakan	Satuan	Luas	Kondisi Berdasarkan RDS70	Keterangan
1	Lubang/potholes				
a	Dangkal < 10 cm	m <sup>2</sup>	0,96	< 40	Baik
b	Dalam >10 cm	m <sup>2</sup>	-	-	-
2	Penurunan/ambles				
a	Dangkal < 5 cm	m <sup>2</sup>	263,06	> 200	Rusak ringan
b	Dalam > 5 cm	m <sup>2</sup>	-	-	-
3	Keriting/corrugation	m <sup>2</sup>	11,24	< 100	Baik
4	Alur/rutting	m <sup>2</sup>	102,53	> 100	Sedang
5	Retak buaya	m <sup>2</sup>	112,14	> 100	Sedang
6	Retak garis	m <sup>2</sup>	106,24	> 100	Sedang
7	Bahu jalan	m <sup>2</sup>	42,36	Kemiringan kurang dan tidak rata	Sedang
Rata-rata kondisi jalan					Sedang
Jenis penanganan					Berkala



## LAMPIRAN 6



### SURVEI PEMELIHARAAN RUTIN JALAN CATATAN KONDISI DAN HASIL PENGUKURAN

FORM: RM 1

Propinsi : JAWA TIMUR  
 Balai Besar/Balai : PELAKSANAAN JALAN NASIONAL V  
 Satker : PUN METROPOLITAN I SURABAYA  
 PPK : 24  
 Nomor Ruas Jalan : 081  
 Nama Ruas Jalan : GRESIK - SADANG

TANGGAL SURVEY : NOPEMBER 2014  
 CUACA : CERAH  
 STATUS JALAN \* : NASIONAL  
 SEGMENT : Km Sby 44

No.	STA (KM)	Posisi		Kategori	Kondisi						Keterangan
		Kiri	Kanan		P (m')	L (m')	D (m')	A (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	J (m <sup>3</sup> )	
1	44+000	-	√	117	8,1	1,3	-	10,53	-	-	
2	44+015	√	-	117	5,3	2,1	-	11,13	-	-	
3	44+050	-	√	113	8,3	1,2	0,02	9,96	0,1992	-	
4	44+100	√	-	113	4,3	1	0,01	4,3	0,043	-	
5	44+100	-	√	117	12,1	1,1	-	13,31	-	-	
6	44+110	√	-	118	7,1	1,2	-	8,52	-	-	
7	44+125	√	-	117	7,3	0,4	-	2,92	-	-	
8	44+140	-	√	114	5,2	1,1	0,05	5,72	0,286	-	
9	44+150	-	√	117	17,2	1,2	-	20,64	-	-	
10	44+150	√	-	232	3,5	1,3	0,1	4,55	0,455	-	Kemiringan
11	44+170	√	-	113	5,9	0,8	0,02	4,72	0,0944	-	
12	44+180	√	-	232	5,2	1,3	0,08	6,76	0,5408	-	Kemiringan
13	44+185	√	-	118	5,3	0,4	-	2,12	-	-	
14	44+190	-	√	113	8,1	0,8	0,01	6,48	0,0648	-	
15	44+200	-	√	117	15,3	0,6	-	9,18	-	-	
16	44+218	-	√	113	10	0,4	0,02	4	0,08	-	
17	44+225	√	-	117	11,2	0,8	-	8,96	-	-	
18	44+240	√	-	260	5,5	1,5	0,1	8,25	0,825	-	Bahu tidak rata
19	44+260	√	-	118	4,7	0,3	-	1,41	-	-	
20	44+280	-	√	113	17,8	1,1	0,02	19,58	0,3916	-	
21	44+325	√	-	232	4,7	1,2	0,05	5,64	0,282	-	
22	44+350	√	-	531	-	-	-	-	-	-	Marka pudar
23	44+420	-	√	114	2,4	1,2	0,06	2,88	0,1728	-	
24	44+420	√	-	260	5,2	1,3	0,06	6,76	0,4056	-	Bahu tidak rata
25	44+450	√	-	118	5,6	1,1	-	6,16	-	-	
26	44+465	√	-	118	11,8	0,6	-	7,08	-	-	
27	44+700	-	√	512	-	-	-	-	-	1	Patok hm rusak
28	44+470	√	-	114	8,3	1,1	0,06	9,13	0,5478	-	
29	44+472	-	√	113	16	0,7	0,03	11,2	0,336	-	
30	44+520	√	-	113	15,4	0,7	0,04	10,78	0,4312	-	
31	44+545	√	-	113	13,7	0,4	0,03	5,48	0,1644	-	
32	44+660	√	-	118	10,1	0,4	-	4,04	-	-	
33	44+670	√	-	113	17,6	1,2	0,02	21,12	0,4224	-	
34	44+680	√	-	117	4,8	0,5	-	2,4	-	-	
35	44+725	√	-	117	10,4	0,6	-	6,24	-	-	
36	44+810	√	-	114	2,5	1,3	0,07	3,25	0,2275	-	
37	44+820	-	√	260	20,4	2	0,1	40,8	4,08	-	Bahu ambles
38	44+830	√	-	118	3,9	0,5	-	1,95	-	-	
39	44+850	√	-	117	13,2	2,1	-	27,72	-	-	
40	44+860	-	√	113	14,5	1,1	0,01	15,95	0,1595	-	
41	44+870	-	√	114	5,4	0,9	0,06	4,86	0,2916	-	





## SURVEI PEMELIHARAAN RUTIN JALAN CATATAN KONDISI DAN HASIL PENGUKURAN

FORM : RM 1

Propinsi : JAWA TIMUR  
 Balai Besar/Balai : PELAKSANAAN JALAN NASIONAL V  
 Satker : PJJN METROPOLITAN I SURABAYA  
 PPK : 24  
 Nomor Ruas Jalan : 081  
 Nama Ruas Jalan : GRESIK - SADANG

TANGGAL SURVEY : NOPEMBER 2014  
 CUACA : CERAH  
 STATUS JALAN \* : NASIONAL  
 SEGMENT : Km Sby 45

No.	STA (KM)	Kondisi									Keterangan
		Posisi		Kategori	P	L	D	A	V	J	
		Kiri	Kanan	Kerusakan	(m')	(m')	(m')	(m²)	(m³)	(m³)	
1	45+010	√	-	111	0,7	0,5	0,04	0,35	0,014	-	
2	45+015	-	√	112	11,2	1,2	-	13,44	-	-	
3	45+030	-	√	117	13,2	0,7	-	9,24	-	-	
4	45+060	-	√	112	10,4	1,1	-	11,44	-	-	
5	44+115	-	√	113	15,4	0,9	0,02	13,86	-	-	
6	45+130	√	-	118	7,3	0,7	-	5,11	-	-	
7	45+150	√	-	117	4,8	1,1	-	5,28	-	-	
8	45+225	√	-	118	9,2	0,6	-	5,52	-	-	
9	45+275	√	-	117	12,5	1,1	-	13,75	-	-	
10	45+320	√	-	117	6,7	1,3	-	8,71	-	-	
11	45+350	√	-	118	4,1	1,1	-	4,51	-	-	
12	45+375	-	√	117	11,9	1,2	-	14,28	-	-	
13	45+410	√	-	118	16	0,7	-	11,2	-	-	
14	45+452	-	√	117	8,7	2	-	17,4	-	-	
15	45+550	√	-	118	9,7	0,5	-	4,85	-	-	
16	44+600	√	-	113	14,9	1,1	0,03	16,39	0,4917	-	
17	45+625	√	-	112	9,6	1,3	-	12,48	-	-	
18	44+625	-	√	113	17,6	1,1	0,01	19,36	0,1936	-	
19	45+750	-	√	118	6,7	1,2	-	8,04	-	-	
20	45+770	√	-	232	20	1,5	0,2	30	6	-	Bahu tidak rata
21	45+790	√	-	112	11,9	1,1	-	13,09	-	-	
22	44+800	-	√	113	15,1	0,9	0,02	13,59	0,2718	-	
23	45+810	√	-	232	9,5	2	0,15	19	2,85	-	Bahu tidak rata
24	45+891	√	-	112	10,7	1,5	-	16,05	-	-	
25	45+920	√	-	117	4,5	0,8	-	3,6	-	-	





## SURVEI PEMELIHARAAN RUTIN JALAN CATATAN KONDISI DAN HASIL PENGUKURAN

FORM : RM 1

Propinsi : JAWA TIMUR  
Balai Besar/Balai : PELAKSANAAN JALAN NASIONAL V  
Satker : PUN METROPOLITAN I SURABAYA  
PPK : 24  
Nomor Ruas Jalan : 081  
Nama Ruas Jalan : GRESIK - SADANG

TANGGAL SURVEI : NOPEMBER 2014  
CUACA : CERAH  
STATUS JALAN\* : NASIONAL  
SEGMENT : Km Sby 46

No.	STA (KM)	Kondisi									Keterangan
		Posisi		Kategori	P	L	D	A	V	J	
		Kiri	Kanan	Kerusakan	(m')	(m')	(m')	(m²)	(m³)	(m³)	
1	46+025	√	-	260	5,6	1,3	0,2	7,28	1,456	-	Kemiringan
2	46+050	√	-	113	11,2	0,7	0,02	7,84	-	-	
3	46+075	-	√	117	7,8	0,9	-	7,02	-	-	
4	46+140	-	√	118	12,3	0,5	-	6,15	-	-	
5	46+150	√	-	112	5,6	0,5	-	2,8	-	-	
6	46+175	√	-	232	6,4	1,2	0,15	7,68	1,152	-	Bahu tidak rata
7	46+210	-	√	232	11,1	1,1	0,1	12,21	1,221	-	Bahu tidak rata
8	46+225	√	-	112	7,5	0,9	-	6,75	-	-	
9	46+230	-	√	118	6,6	0,4	-	2,64	-	-	
10	46+328	√	-	118	5,2	0,4	-	2,08	-	-	
11	46+410	√	-	112	6,3	0,8	-	5,04	-	-	
12	46+425	-	√	113	8,7	0,6	0,03	5,22	0,1566	-	
13	46+556	-	√	118	10,7	0,7	-	7,49	-	-	
14	46+625	√	-	117	16,2	0,8	-	12,96	-	-	
15	46+650	√	-	113	7,5	0,5	0,02	3,75	0,075	-	
16	46+655	√	-	118	24	1,1	-	26,4	-	-	
17	46+712	√	-	117	15,2	1,2	-	18,24	-	-	
18	46+720	-	√	113	15,5	0,8	0,02	12,4	0,248	-	
19	46+750	√	-	118	7,2	0,3	-	2,16	-	-	
20	46+760	√	-	117	6,5	1,1	-	7,15	-	-	
21	46+826	-	√	118	10,3	0,8	-	8,24	-	-	
22	46+900	-	√	112	8	1,2	-	9,6	-	-	
23	46+935	√	-	112	7,6	2,1	-	15,96	-	-	
24	46+950	-	√	113	9,6	1,1	0,01	10,56	0,1056	-	
25	46+960	-	√	232	15,2	0,9	0,2	13,68	2,736	-	Bahu ambles





## SURVEI PEMELIHARAAN RUTIN JALAN CATATAN KONDISI DAN HASIL PENGUKURAN

FORM : RM 1

Propinsi : JAWA TIMUR  
 Balai Besar/Balai : PELAKSANAAN JALAN NASIONAL V  
 Satker : PJN METROPOLITAN I SURABAYA  
 PPK : 24  
 Nomor Ruas Jalan : 081  
 Nama Ruas Jalan : GRESIK - SADANG

TANGGAL SURVEY : NOPEMBER 2014  
 CUACA : CERAH  
 STATUS JALAN \* : NASIONAL  
 SEGMENT : Km Sby 47

		Kondisi									Keterangan
No.	STA (KM)	Posisi		Kategori	P	L	D	A	V	J	
		Kiri	Kanan								
1	47+022	√	-	113	8,5	1,9	0,03	16,15	-	-	
2	47+025	-	√	112	4,7	0,9	-	4,23	-	-	
3	47+090	-	√	117	9,6	1,1	-	10,56	-	-	
4	47+122	√	-	118	4,9	0,6	-	2,94			
5	47+156	-	√	260	25	2	0,3	50	15	-	Kemiringan
6	47+200	-	√	112	2,4	1,1	-	2,64	-	-	
7	47+235	-	√	113	14,8	0,8	0,02	11,84			
8	47+241	√	-	112	10,2	1,2	-	12,24	-	-	
9	47+245	-	√	111	0,3	0,2	0,04	0,06	0,0024		
10	47+325	√	-	118	5,5	0,7	-	3,85	-	-	
11	47+340	√	-	117	16,7	1,1	-	18,37	-	-	
12	47+348	-	√	260	9,7	1,6	0,2	15,52	3,104	-	Kemiringan
13	47+400			512						1	Patok Hm rusak
14	47+405	-	√	113	11,5	0,7	0,01	8,05			
15	47+425	√	-	118	9,6	0,5	-	4,8	-	-	
16	47+426	-	√	118	8,4	0,5	-	4,2	-	-	
17	47+470	√	-	113	5,9	0,4	0,03	2,36	-	-	
18	47+485	√	-	117	12	1,1	-	13,2	-	-	
19	47+491	√	-	117	10,4	0,9	-	9,36	-	-	
20	47+577	√	-	118	12	0,6	-	7,2	-	-	
21	47+583	√	-	111	0,4	0,4	0,05	0,16	0,008	-	
22	47+620	√	-	118	8	0,4	-	3,2	-	-	
23	47+670	√	-	113	12,5	0,7	0,03	8,75	0,2625	-	
24	47+685	√	-	112	4	1,2	-	4,8	-	-	
25	47+716	√	-	112	9,3	1,1	-	10,23	-	-	
26	47+750	√	-	117	11,2	0,7	-	7,84	-	-	
27	47+800	√	-	112	8,3	0,8	-	6,64	-	-	
28	47+810	√	-	118	11	0,5	-	5,5	-	-	
29	47+925	√	-	117	9	0,7	-	6,3	-	-	
30	47+950	-	√	112	7,5	2	-	15	-	-	
31	47+900	-	√	118	5,1	1,1	-	5,61	-	-	
32	47+940	√	-	118	9,3	0,3	-	2,79	-	-	
33	47+980	√	-	112	5,3	1,1	-	5,83	-	-	





# SURVEI PEMELIHARAAN RUTIN JALAN CATATAN KONDISI DAN HASIL PENGUKURAN

FORM : RM 1

Propinsi : JAWA TIMUR  
Balai Besar/Balai : PELAKSANAAN JALAN NASIONAL V  
Satker : PJJN METROPOLITAN I SURABAYA  
PPK : 24  
Nomor Ruas Jalan : 081  
Nama Ruas Jalan : GRESIK - SADANG

TANGGAL SURVEY : NOPEMBER 2014  
CUACA : CERAH  
STATUS JALAN : NASIONAL  
SEGMENT : Km Sby 48

No.	STA (KM)	Posisi		Kategori	Kondisi						Keterangan
		Kiri	Kanan		P (m')	L (m')	D (m')	A (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	J (m <sup>3</sup> )	
1	48+015	√	-	118	9,6	0,4	-	3,84	-	-	
2	48+020	-	√	117	9,1	1,3	-	11,83	-	-	
3	48+030	√	-	260	4,4	2	0,06	8,8	0,528	-	
4	48+035	√	-	118	1,5	0,2	-	0,3	-	-	
5	48+080	√	-	117	6,5	1,1	-	7,15	-	-	
6	48+125	√	-	111	0,3	0,3	0,04	0,09	0,0036	-	
7	48+130	√	-	117	7,2	0,9	-	6,48	-	-	
8	48+135	-	√	112	12	0,8	-	9,6	-	-	
9	48+150	√	-	112	1,8	0,3	-	0,54	-	-	
10	48+210	√	-	232	10,5	2	0,09	21	1,89	-	Kemiringan
11	48+220	-	√	112	5,6	1,1	-	6,16	-	-	
12	48+250	√	-	111	0,4	0,4	0,04	0,16	0,0064	-	
13	48+264	-	√	117	11,2	1,1	-	12,32	-	-	
14	48+275	-	√	118	8,9	0,8	-	7,12	-	-	
15	48+322	√	-	112	3,2	0,3	-	0,96	-	-	
16	48+335	-	√	118	7,3	1,1	-	8,03	-	-	
17	48+355	-	√	117	6,7	1	-	6,7	-	-	
18	48+370	√	-	112	8	1,2	-	9,6	-	-	
19	48+420	√	-	118	12,3	0,7	-	8,61	-	-	
20	48+500	-	√	113	12,7	1,1	0,03	13,97	0,4191	-	
21	48+520	-	√	260	8,5	1,5	0,1	12,75	1,275	-	Bahu tidak rata
22	48+530	-	√	117	8,5	0,8	-	6,8	-	-	
23	48+615	√	-	118	9,4	0,8	-	7,52	-	-	
24	48+700	√	-	112	1,2	0,3	-	0,36	-	-	
25	48+701	-	√	531	-	-	-	-	-	-	Marka pudar
26	48+705	-	√	113	16,2	0,8	0,02	12,96	0,2592	-	
27	48+720	√	-	112	2,5	0,4	-	1	-	-	
28	48+750	√	-	112	3,8	0,6	-	2,28	-	-	
29	48+812	√	-	113	13,4	0,9	0,02	12,06	0,2412	-	
30	48+845	-	√	118	6,8	0,6	-	4,08	-	-	
31	48+850	√	-	111	0,5	0,3	0,05	0,15	0,0075	-	
32	48+910	√	-	112	8,8	1,1	-	9,68	-	-	
33	48+960	-	√	260	15,2	1,2	0,1	18,24	1,824	-	Kemiringan





## SURVEI PEMELIHARAAN RUTIN JALAN CATATAN KONDISI DAN HASIL PENGUKURAN

FORM : RM 1

Propinsi : JAWA TIMUR  
Balai Besar/Balai : PELAKSANAAN JALAN NASIONAL V  
Satker : P.JN METROPOLITAN I SURABAYA  
PPK : 24  
Nomor Ruas Jalan : 081  
Nama Ruas Jalan : GRESK - SADANG

TANGGAL SURVEI : NOPEMBER 2014  
CUACA : CERAH  
STATUS JALAN \* : NASIONAL  
SEGMENT : Km Sby 49

No.	STA (KM)	Posisi		Kategori	Kondisi						Keterangan
		Kiri	Kanan		P (m')	L (m')	D (m')	A (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	J (m <sup>3</sup> )	
1	49+025	-	√	117	7,2	0,5	-	3,6	-	-	
2	49+030	√	-	112	4,8	1,3	-	6,24	-	-	
3	49+050	√	-	118	5,5	0,8	-	4,4	-	-	
4	49+075	-	√	118	6,8	1,2	-	8,16	-	-	
5	49+120	√	-	117	4	0,3	-	1,2	-	-	
6	49+150	√	-	117	5,2	2	-	10,4	-	-	
7	49+180	-	√	113	10,9	0,8	0,02	8,72	0,1744	-	
8	49+190	√	-	111	0,5	0,2	0,04	0,1	0,004	-	
9	49+200	-	√	531	-	-	-	-	-	-	Marka pudar
10	49+245	√	-	117	3,6	0,3	-	1,08	-	-	
11	49+260	√	-	112	5,6	0,4	-	2,24	-	-	
12	49+322	√	-	118	9,7	1,1	-	10,67	-	-	
13	49+355	-	√	113	13,1	0,9	0,01	11,79	0,1179	-	
14	49+370	√	-	118	4,6	0,9	-	4,14	-	-	
15	49+430	-	√	113	15,8	0,8	0,01	12,64	0,1264	-	
16	49+450	-	√	118	9,1	0,7	-	6,37	-	-	
17	49+556	√	-	112	3,4	0,4	-	1,36	-	-	
18	49+590	-	√	111	0,6	0,4	0,05	0,24	0,012	-	
19	49+620	-	√	260	11,3	1,5	0,2	16,95	3,39	-	Bahu tidak rata
20	49+650	√	-	113	12,7	1,1	0,02	13,97	0,2794	-	
21	49+660	-	√	260	7,8	1,2	0,15	9,36	1,404	-	Bahu tidak rata
22	49+710	√	-	260	5,2	2	0,06	10,4	0,624	-	Bahu tidak rata
23	49+715	-	√	118	3,7	0,4	-	1,48	-	-	
24	49+720	-	√	112	6,4	1,5	-	9,6	-	-	
25	49+735	√	-	112	5,6	0,4	-	2,24	-	-	
26	49+780	√	-	112	4,8	1,8	-	8,64	-	-	
27	49+825	-	√	260	14,5	1,5	0,2	21,75	4,35	-	Bahu tidak rata
28	49+850	√	-	117	5,6	1,1	-	6,16	-	-	
29	49+890	√	-	117	7,2	0,5	-	3,6	-	-	
30	49+900	-	√	118	7,8	0,7	-	5,46	-	-	
31	49+930	√	-	117	5,6	0,4	-	2,24	-	-	
32	49+951	-	√	117	4,9	0,4	-	1,96	-	-	





## SURVEI PEMELIHARAAN RUTIN JALAN CATATAN KONDISI DAN HASIL PENGUKURAN

FORM : RM 1

Propinsi : JAWA TIMUR  
Balai Besar/Balai : PELAKSANAAN JALAN NASIONAL V  
Satker : PJJN METROPOLITAN I SURABAYA  
PPK : 24  
Nomor Ruas Jalan : 081  
Nama Ruas Jalan : GRESIK - SADANG

TANGGAL SURVEY : NOPEMBER 2014  
CUACA : CERAH  
STATUS JALAN\* : NASIONAL  
SEGMENT : Km Sby 50

No.	STA (KM)	Kondisi									Keterangan
		Posisi		Kategori	P	L	D	A	V	J	
		Kiri	Kanan								
1	50+025	-	√	118	4,9	0,6	-	2,94	-	-	
2	50+050	√	-	117	2,2	0,7	-	1,54	-	-	
3	50+075	√	-	117	5,8	1,2	-	6,96	-	-	
4	50+122	-	√	112	6,1	0,4	-	2,44	-	-	
5	50+125	√	-	117	4	0,3	-	1,2	-	-	
6	50+200	√	-	260	15	2	0,06	30	1,8	-	Bahu tidak rata
7	50+236	-	√	260	5,2	0,8	0,08	4,16	0,333	-	Bahu tidak rata
8	50+240	√	-	111	0,7	0,4	0,03	0,28	0,008	-	
9	50+245	-	√	118	7,8	1,1	-	8,58	-	-	
10	50+310	-	√	117	2,5	1,3	-	3,25	-	-	
11	50+325	√	-	118	6,7	0,5	-	3,35	-	-	
12	50+380	-	√	112	4,8	2,1	-	10,08	-	-	
13	50+425	-	√	112	8	1,1	-	8,8	-	-	
14	50+510	√	-	113	11,5	0,8	0,02	9,2	0,184	-	
15	50+515	-	√	112	7,2	0,8	-	5,76	-	-	
16	50+558	√	-	118	5,1	0,4	-	2,04	-	-	
17	50+612	-	√	117	3,1	0,4	-	1,24	-	-	
18	50+665	-	√	118	8,3	0,4	-	3,32	-	-	
19	50+715	-	√	112	6,4	0,7	-	4,48	-	-	
20	50+720	√	-	113	12,8	0,7	0,01	8,96	0,09	-	
21	50+750	√	-	111	0,6	0,3	0,04	0,18	0,007	-	





## SURVEI PEMELIHARAAN RUTIN JALAN CATATAN KONDISI DAN HASIL PENGUKURAN

FORM : RM 1

Propinsi : JAWA TIMUR  
 Balai Besar/Balai : PELAKSANAAN JALAN NASIONAL V  
 Satker : PJN METROPOLITAN I SURABAYA  
 PPK : 24  
 Nomor Ruas Jalan : 081  
 Nama Ruas Jalan : GRESIK - SADANG

TANGGAL SURVEY : NOPEMBER 2014  
 CUACA : CERAH  
 STATUS JALAN \* : NASIONAL  
 SEGMENT : Km Sby 51

No.	STA (KM)	Posisi		Kategori	Kondisi						Keterangan
		Kiri	Kanan		P (m')	L (m')	D (m')	A (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	J (m <sup>3</sup> )	
1	51+015	√	-	117	3,2	0,4	-	1,28	-	-	
2	51+024	-	√	112	4,5	0,5	-	2,25	-	-	
3	51+060	√	-	117	3,2	0,5	-	1,6	-	-	
4	51+075	-	√	111	0,7	0,2	0,04	0,14	0,0056	-	
5	51+100	-	√	113	8,3	0,7	0,01	5,81	0,0581	-	
6	51+105	√	-	118	1,2	0,3	-	0,36	-	-	
7	51+110	-	√	112	7,9	0,8	-	6,32	-	-	
8	51+120	√	-	117	3,2	0,4	-	1,28	-	-	
9	51+150	-	√	111	0,8	0,3	0,05	0,24	0,012	-	
10	51+175	√	-	117	5,6	0,4	-	2,24	-	-	
11	51+218	-	√	112	6,3	0,8	-	5,04	-	-	
12	51+250	√	-	117	7,2	1,1	-	7,92	-	-	
13	51+300	-	√	113	11,6	0,8	0,01	9,28	0,0928	-	
14	51+350	-	√	114	5,6	1,1	0,04	6,16	0,2464	-	
15	51+352	√	-	260	3,5	2	0,06	7	0,42	-	Bahu tidak rata
16	51+400	√	-	118	2,4	0,2	-	0,48	-	-	
17	51+420	√	-	117	8	0,5	-	4	-	-	
18	51+425	√	-	113	7,5	0,4	0,03	3	0,09	-	
19	51+435	-	√	112	4,8	1,3	-	6,24	-	-	
20	51+450	√	-	118	11,2	0,6	-	6,72	-	-	
21	51+456	√	-	111	0,4	0,2	0,04	0,08	0,0032	-	
22	51+460	√	-	113	9,6	0,4	0,02	3,84	0,0768	-	
23	51+520	-	√	118	7,5	0,5	-	3,75	-	-	
24	51+550	√	-	117	5,5	0,7	-	3,85	-	-	
25	51+590	√	-	118	11	0,4	-	4,4	-	-	
26	51+613	√	-	117	4	1,9	-	7,6	-	-	
27	51+625	-	√	117	3,1	1,1	-	3,41	-	-	
28	51+721	√	-	112	5,3	1,1	-	5,83	-	-	
29	51+723	-	√	118	6,9	0,6	-	4,14	-	-	
30	51+820	√	-	118	4,7	0,4	-	1,88	-	-	
31	51+830	-	√	114	3,5	1,2	0,05	4,2	0,21	-	
32	51+894	√	-	113	12	0,5	0,04	6	0,24	-	
33	51+900	√	-	531	-	-	-	-	-	-	Marka pudar
34	51+932	√	-	112	8,3	0,9	-	7,47	-	-	
35	51+948	-	√	114	6,4	1,1	0,05	7,04	0,352	-	
36	51+983	-	√	114	8	1,1	0,08	8,8	0,704	-	





## SURVEI PEMELIHARAAN RUTIN JALAN CATATAN KONDISI DAN HASIL PENGUKURAN


FORM : RM 1

Propinsi : JAWA TIMUR  
 Balai Besar/Balai : PELAKSANAAN JALAN NASIONAL V  
 Satker : P.JN METROPOLITAN I SURABAYA  
 PPK : 24  
 Nomor Ruas Jalan : 081  
 Nama Ruas Jalan : GRESIK - SADANG

TANGGAL SURVEY : NOPEMBER 2014  
 CUACA : CERAH  
 STATUS JALAN \* : NASIONAL  
 SEGMENT : Km Sby 52

No.	STA (KM)	Posisi		Kategori	Kondisi						Keterangan
		Kiri	Kanan		P (m')	L (m')	D (m')	A (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	J (m <sup>3</sup> )	
1	52+000	√	√	114	12,2	4	0,04	48,8	1,952	-	
2	52+020	√	-	114	6,4	2,1	0,05	13,44	0,672	-	
3	52+030	√	-	260	15	2	0,06	30	1,8	-	Bahu tidak rata
4	52+040	√	-	114	9,5	2	0,05	19	0,95	-	
5	52+045	√	-	118	5,6	0,5	-	2,8	-	-	
6	52+110	√	-	117	11,2	1,1	-	12,32	-	-	
7	52+115	-	√	112	4,8	0,4	-	1,92	-	-	
8	52+120	-	√	118	25	0,7	-	17,5	-	-	
9	52+150	√	-	117	8,1	0,8	-	6,48	-	-	
10	52+160	√	-	117	18,8	1,1	-	20,68	-	-	
11	52+165	√	-	113	7,2	0,5	0,03	3,6	0,108	-	
12	52+235	√	-	118	2,4	0,3	-	0,72	-	-	
13	52+240	√	-	112	3,2	0,9	-	2,88	-	-	
14	52+250	√	-	117	2,5	2,2	-	5,5	-	-	
15	52+258	√	-	114	7,4	1,1	0,05	8,14	0,407	-	
16	52+310	√	-	117	16,4	1,2	-	19,68	-	-	
17	52+345	-	√	117	3,5	0,5	-	1,75	-	-	
18	52+356	-	√	111	0,4	0,2	0,04	0,08	0,0032	-	
19	52+370	-	√	114	5,6	1,2	0,04	6,72	0,2688	-	
20	52+380	-	√	114	7,2	1,4	0,05	10,08	0,504	-	
21	52+395	-	√	114	8,3	1,1	0,05	9,13	0,4565	-	
22	52+400	-	√	531	-	-	-	-	-	-	Marka pudar
23	52+405	√	-	114	5,3	0,5	0,05	2,65	0,1325	-	
24	52+420	√	-	118	6,9	0,3	-	2,07	-	-	
25	52+425	√	-	111	0,8	0,4	0,03	0,32	0,0096	-	
26	52+450	√	-	117	5,6	1,2	-	6,72	-	-	
27	52+470	√	-	118	10,5	0,6	-	6,3	-	-	
28	52+480	-	√	114	8,1	1,1	0,05	8,91	0,4455	-	
29	52+490	-	√	117	13,2	1,1	-	14,52	-	-	
30	52+510	√	-	260	5,2	0,8	0,08	4,16	0,3328	-	Bahu tidak rata
31	52+530	√	-	113	5,6	0,2	0,03	1,12	-	-	
32	52+535	-	√	114	24	1,2	0,05	28,8	1,44	-	
33	52+545	-	√	118	22,1	0,6	-	13,26	-	-	
34	52+580	√	-	117	11,2	0,8	-	8,96	-	-	
35	52+600	√	√	114	28	2,2	0,06	61,6	3,696	-	
36	52+650	-	√	118	18,3	0,8	-	14,64	-	-	
37	52+700	-	√	511	-	-	-	-	-	1	Patok hm rusak
38	52+740	-	√	112	8	1,2	-	9,6	-	-	
39	52+745	-	√	114	10,4	1,1	0,04	11,44	0,4576	-	
40	52+780	√	-	113	6,4	0,4	0,02	2,56	0,0512	-	
41	52+800	-	√	112	8,2	1,1	-	9,02	-	-	
42	52+815	-	√	111	0,4	0,15	0,05	0,06	0,003	-	
43	52+835	√	√	112	19	2,1	-	39,9	-	-	
44	52+850	-	√	114	8,1	0,5	0,04	4,05	0,162	-	
45	52+851	-	√	114	7,2	0,8	0,03	5,76	0,1728	-	
46	52+853	√	-	118	4,3	0,4	-	1,72	-	-	
47	52+900	√	√	117	12,2	0,6	-	7,32	-	-	
48	52+910	-	√	113	16	0,4	0,3	6,4	1,92	-	
49	52+936	√	√	112	18	2,1	-	37,8	-	-	
50	52+940	√	-	111	1,2	0,2	0,05	0,24	0,012	-	
51	52+980	√	-	117	5,6	0,9	-	5,04	-	-	



 <b>SURVEI PEMELIHARAAN RUTIN JALAN</b> <b>CATATAN KONDISI DAN HASIL PENGUKURAN</b>												FORM : RM 1
<b>Propinsi</b> : JAWA TIMUR <b>Balai Besar/Balai</b> : PELAKSANAAN JALAN NASIONAL V <b>Satker</b> : PJN METROPOLITAN I SURABAYA <b>PPK</b> : 24 <b>Nomor Ruas Jalan</b> : 081 <b>Nama Ruas Jalan</b> : GRESIK - SADANG						<b>TANGGAL SURVEY</b> : NOPEMBER 2014 <b>CUACA</b> : CERAH <b>STATUS JALAN *</b> : NASIONAL <b>SEGMENT</b> : Km Sby 53						
No.	STA (KM)	Posisi		Kategori Kerusakan	Kondisi							Keterangan
		Kiri	Kanan		P (m <sup>2</sup> )	L (m <sup>2</sup> )	D (m <sup>2</sup> )	A (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	J (m <sup>3</sup> )		
1	53+000	√	√	114	32,2	2,2	0,06	70,84	4,2504	-		
2	53+030	√	-	118	21,8	0,4	-	8,72	-	-		
3	53+035	-	√	118	20,5	0,7	-	14,35	-	-		
4	53+050	√	-	117	8,3	0,5	-	4,15	-	-		
5	53+085	√	√	114	25	2,1	0,07	52,5	3,675	-		
6	53+096	-	√	118	12,4	0,3	-	3,72	-	-		
7	53+100	-	√	531	-	-	-	-	-	-	Marka pudar	
8	53+118	√	-	113	15	0,8	0,03	12	0,36	-		
9	53+144	-	√	112	3,9	0,4	-	1,56	-	-		
10	53+150	√	-	118	4,3	0,4	-	1,72	-	-		
11	53+170	-	√	117	11,7	0,8	-	9,36	-	-		
12	53+180	√	-	113	12,8	0,7	0,2	8,96	1,792	-		
13	53+220	-	√	118	16,9	0,5	-	8,45	-	-		
14	53+235	√	-	111	0,5	0,3	0,05	0,15	0,0075	-		
15	53+260	√	√	114	20	2,2	0,05	44	2,2	-		
16	53+315	√	√	117	20,1	1,8	-	36,18	-	-		
17	53+338	-	√	113	19,4	0,6	0,02	11,64	0,2328	-		
18	53+350	-	√	118	12,5	0,6	-	7,5	-	-		
19	53+355	√	-	117	18	0,5	-	9	-	-		
20	53+365	√	-	114	14	0,8	0,06	11,2	0,672	-		
21	53+415	√	-	117	9,2	0,9	-	8,28	-	-		
22	53+430	√	-	114	7,5	1,2	0,05	9	0,45	-		
23	53+435	-	√	113	16	0,7	0,3	11,2	3,36	-		
24	53+460	√	-	117	7,5	1,2	-	9	-	-		
25	53+465	-	√	114	6,3	1,1	0,06	6,93	0,4158	-		
26	53+475	√	-	111	0,8	0,3	0,04	0,24	0,0096	-		
27	53+483	-	√	112	4,3	0,8	-	3,44	-	-		
28	53+500	-	√	114	4,3	1,1	0,05	4,73	0,2365	-		
29	53+515	-	√	113	11,5	0,6	0,01	6,9	0,069	-		
30	53+520	√	-	118	12,1	1,1	-	13,31	-	-		
31	53+555	√	-	260	12	2	0,06	24	1,44	-	Bahu tidak rata	
32	53+565	-	√	111	0,7	0,3	0,04	0,21	0,0084	-		
33	53+610	-	√	113	8,6	0,5	0,02	4,3	0,086	-		
34	53+618	√	-	117	11,4	1,2	-	13,68	-	-		
35	53+664	-	√	118	16,7	0,8	-	13,36	-	-		
36	53+680	√	√	114	12,8	1	0,05	12,8	0,64	-		
37	53+710	√	-	118	6,8	0,5	-	3,4	-	-		
38	53+710	-	√	111	0,6	0,4	0,05	0,24	0,012	-		
39	53+722	√	-	117	4,5	0,5	-	2,25	-	-		
40	53+732	-	√	118	14,9	0,8	-	11,92	-	-		
41	53+738	√	-	114	8,4	1,1	0,06	9,24	0,5544	-		
42	53+751	√	-	113	7,4	0,6	0,03	4,44	0,1332	-		
43	53+800	-	√	117	6,6	1,2	-	7,92	-	-		
44	53+824	-	√	113	18,7	0,7	0,02	13,09	0,2618	-		
45	53+830	√	-	118	8,6	0,7	-	6,02	-	-		
46	53+832	-	√	114	5,1	1,1	0,05	5,61	0,2805	-		
47	53+850	√	-	531	-	-	-	-	-	-	Marka pudar	
48	52+864	√	-	112	5,2	1,2	-	6,24	-	-		
49	53+881	-	√	117	11,2	1,1	-	12,32	-	-		
50	53+900	-	√	260	15,3	1,2	0,08	18,36	1,4688	-	Bahu tidak rata	
51	53+910	√	√	113	25	1,2	0,02	30	0,6	-		
52	53+940	√	-	118	7,3	1,1	-	8,03	-	-		
53	53+950	√	-	114	16,7	1,2	0,05	20,04	1,002	-		
54	53+952	√	-	111	0,4	0,3	0,03	0,12	0,0036	-		
55	53+963	-	√	118	8,2	0,7	-	5,74	-	-		



## DAFTAR PUSTAKA

AASHTO, (2001), *Pavement Management Guide*, AASHTO Task force on Pavements, Washington, D.C.

AASHTO, (1993), *Guide for Design of Pavement Structures 1993*, American Association of State Highways Transportation Officials, Washington, D.C., USA

AASHTO, (1972), *AASHTO Interim Guide for Design of Pavement Structures*, AASHTO Washington DC., chapter III revised 1981.

Al-Omari, B and M I Darter, (1994), *Relationship Between IRI and PSR*. Transportation Research Board, 73<sup>rd</sup> Annual Meeting, Washington D.C.

Asia Foundation (2008), *The Cost of Moving Goods Road Transportation, Regulations and Charges in Indonesia*, Asia Foundation, ISBN : 978-979-16123-4-0, Jakarta

Austroads (1987), *A Guide To The Visual Assessment of Pavement Condition*, ISBN 0855881984, Sydney, Australia.

Bennett, C.R., and McPherson K., (2005), *Success Factors for Road Management System*, Version 1.0, East Asia Pacific Transport Unit, The World Bank, Washington, D.C.

Bennett, C.R., and Paterson (2000), *Volume 5 – A Guide to Calibration and Adaptation*. HDM-4 Series of publications, PIARC

Bina Marga, (2012), *Manual Desain Perkerasan Jalan*, Kementerian Pekerjaan Umum, Jakarta

Bina Marga, (2010), *Spesifikasi Umum Bina Marga Edisi 2010 Versi 2*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta

Bina Marga, (1987), *Tata Cara Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen*, SKBI 2.3.26.1987, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta

Departemen Pekerjaan Umum, (2005), *Teknik Pemeliharaan Perkerasan Lentur, Seri Panduan Pemeliharaan Jalan Kabupaten Volume III*, Pusat Penelitian Pengembangan Prasarana Transportasi , Jakarta



Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. (2002). *Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Pt T-01-2002-B*. Jakarta

Departemen Pekerjaan Umum, (1992), *Manual Pemeliharaan Rutin Jalan*, Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta

Departemen Pekerjaan Umum.(1983). *Penentuan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Jakarta

Departemen Pekerjaan Umum (1972), *Peraturan Pelaksanaan Pembangunan Jalan Raya*, Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta

Federal Highway Administration and the American Association of State Highway and Transportation Officials, (1996), *Asset Management: Advancing the State of the Art Into the 21st Century Through Public-Private Dialogue*, USA

Ma'soem, D.M., (2006), *Maraknya Konstruksi Jalan Kita*, Dinamika Riset, Majalah Litbang Pekerjaan Umum, ISSN:1829-9059, Jakarta

Morosiuk G., Riley M.J. and Odoki J.B., (2004). *Modelling Road Deterioration and Works effects - Volume 6 of The Highway Development and Management Series*. International Study of Highway Development and Management (ISOHDM), World Road Association PIARC, Paris. ISBN: 2-84060-102-8

Mulyono, A.T., (2007), *Persepsi Pakar: Verifikasi Variabel yang Mempengaruhi Pemberlakuan Standar Mutu Perkerasan Jalan*, Dinamika Teknik Sipil, Vol. 7 No. 1, Januari 2007, ISSN: 1411-8904, Surakarta

Mulyono, A.T., (2006), *Kinerja Pemberlakuan Standar Mutu Perkerasan pada Peningkatan dan Pemeliharaan Jalan Nasional – Propinsi*, Media Komunikasi Teknik Sipil, Vol. 14 No.3, Edisi XXXVI Oktober 2006, ISSN:0854-1809, BMPTSI, Semarang

NCHRP, (2001), *Rehabilitation Strategiesfor Highway Pavements*, TRB-NRC, Washington.

Odoki, J.B. and H.R. Kerali, (2000 ). *Analytical Framework and Model Structure, Volume 4, The Highway Development and Management Series*, International Study of Highway Development and Management (ISOHDM), Paris: World Roads Association (PIARC).



Paterson, (1987). *Road deterioration and maintenance effects. Models for planning and management*. The International Bank for Reconstruction and Development, Washington, DC, USA

Republik Indonesia, (2006), *Peraturan Pemerintah No. 34 tahun 2006 tentang Jalan*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta

Republik Indonesia, (2004), *Undang-Undang RI No. 38 tahun 2004 tentang Jalan*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta

Saji .G, Sreelatha.T, and Sreedevi B.G,(2013), *A Case Study On Overlay Design Using HDM-4*, Proceedings of International Conference on Energy and Environment-2013, Vol. 2, Desember 2013, Kerala

Saleh, S. M., Tamin, O. Z., Sjafruddin, A dan Frazila, R. B. (2009). *Pengaruh Muatan Truk Berlebih Terhadap Biaya Pemeliharaan Jalan* . Prosiding Simposium ke-X FSTPT . Universitas Tarumanagara. Jakarta

Sjahdalunirwan, (2006), *Hasil Audit Departemen PU: Konstruksi Jalan Nasional Buruk*. Investor Daily Indonesia, <http://www.investorindonesia.com>

Sugiyono, (2012), *Metode Penelitian*, Bandung : Alfabeta

Sukirman, S, (2010), *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Bandung : Nova

Sulaksono, S, (2001), *Rekayasa Jalan*, Departemen Teknik Sipil, ITB

Tranggono, M, (2013), *Kajian Penggunaan HDM 4 Untuk Sistem Pengelolaan Jalan di Indonesia* , Jurnal Transportasi, VOL 13 No. 2 Agustus 2013, Bandung

Yates, J.K. & Aniftos, S., (1998), *Developing Standards and International Standards Organizations*, Journal of Management Engineering, Vol. 14, No. 4(July/August), pp.57-64



